



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    4 月 1 5 日  
Date of Application:

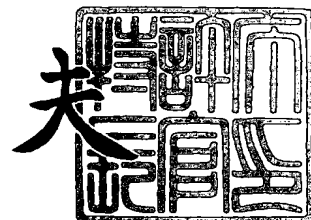
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 1 0 7 4 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 1 1 0 7 4 2 ]

出      願      人                      本 田 技 研 工 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    3 月 1 5 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号    出 証 特 2 0 0 4 - 3 0 2 0 5 0 0



【書類名】 特許願

【整理番号】 H103034801

【提出日】 平成15年 4月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B62D 5/04

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研  
究所内

【氏名】 清水 康夫

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研  
究所内

【氏名】 渡辺 勝治

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100067356

【弁理士】

【氏名又は名称】 下田 容一郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100094020

【弁理士】

【氏名又は名称】 田宮 寛祉

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004466

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9723773

【包括委任状番号】 0011844

【ブルーフの要否】 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 ウォームギヤ機構及びウォームギヤ機構を搭載した電動パワーステアリング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動側のウォームにトルク伝達用ウォームホイールを噛合わせることで、ウォームからトルク伝達用ウォームホイールを介して負荷側にトルクを伝達するウォームギヤ機構において、

このウォームギヤ機構は、前記トルク伝達用ウォームホイールに対して同一の回転中心上で相対回転可能に配置した補助ウォームホイールを備え、

この補助ウォームホイールのピッチ円直径を前記トルク伝達用ウォームホイールのピッチ円直径よりも大きく設定して、前記ウォームに前記補助ウォームホイールを噛合わせ、

前記ウォームに対する前記トルク伝達用ウォームホイール並びに前記補助ウォームホイールの噛合い位置で、ウォームの歯の両面をトルク伝達用ウォームホイールの歯と補助ウォームホイールの歯とによって挟み込むように構成し、

この挟み込み状態を維持する方向に、前記トルク伝達用ウォームホイールに対して前記補助ウォームホイールを弾発部材で弾発したことを特徴とするウォームギヤ機構。

【請求項 2】 駆動側のウォームにトルク伝達用ウォームホイールを噛合わせることで、ウォームからトルク伝達用ウォームホイールを介して負荷側にトルクを伝達するウォームギヤ機構において、

このウォームギヤ機構は、前記トルク伝達用ウォームホイールに対して同一の回転中心上で相対回転可能に配置した補助ウォームホイールを備え、

この補助ウォームホイールのピッチ円直径を前記トルク伝達用ウォームホイールのピッチ円直径よりも大きく設定して、前記ウォームに前記補助ウォームホイールをバックラッシを有することなく噛合わせ、

前記トルク伝達用ウォームホイールに対して前記補助ウォームホイールを相対的に回転したときに、補助ウォームホイールを元に戻す方向に弾発する弾発部材を備えたことを特徴とするウォームギヤ機構。

【請求項 3】 前記ウォームに前記補助ウォームホイールを噛合させたときのウォームのピッチ円直径は、前記ウォームに前記トルク伝達用ウォームホイールを噛合させたときのウォームのピッチ円直径よりも、小さく設定したことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載のウォームギヤ機構。

【請求項 4】 請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 のウォームギヤ機構と、車両のステアリングハンドルから操舵車輪に至るステアリング系と、前記ステアリングハンドルで発生した操舵トルクを検出する操舵トルクセンサと、この操舵トルクセンサの検出信号に応じて補助トルクを発生して前記ウォームギヤ機構を介して前記ステアリング系に伝える電動モータと、を備えたことを特徴とするウォームギヤ機構を搭載した電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ウォームギヤ機構及びウォームギヤ機構を搭載した電動パワーステアリング装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

ウォームギヤ機構は、駆動側のウォームにトルク伝達用ウォームホイールを噛合わせることで、ウォームからトルク伝達用ウォームホイールを介して負荷側にトルクを伝達する伝動機構である。このようなウォームギヤ機構において、バックラッシュを抑制する技術が開発されてきた（例えば、特許文献 1 - 2 参照。）。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 3 5 5 7 0 0 公報（第 3 頁、図 1 - 3）

【特許文献 2】

特開 2 0 0 2 - 3 7 1 0 0 公報（第 3 頁、図 1 - 3）

【0 0 0 4】

特許文献 1 による従来のウォームギヤ機構の概要を次の図 1 7 で説明し、特許文献 2 による従来のウォームギヤ機構の概要を次の図 1 8 で説明し、

**【0 0 0 5】**

図 1 7 (a) ~ (c) は従来のウォームギヤ機構の概要図 (その 1) であり、特開 2 0 0 1 - 3 5 5 7 0 0 公報の図 1 ~ 図 3 の要部を再掲する。(a) はウォームギヤ機構 2 0 0 を電動モータ 2 0 1 に連結したことを示す。(b) はウォームギヤ機構 2 0 0 の断面構成を示す。(c) はウォームギヤ機構 2 0 0 の噛合い構成を示す。なお、符号は振り直した。

**【0 0 0 6】**

従来のウォームギヤ機構 2 0 0 は、(a) に示すように、電動モータ 2 0 1 に連結した駆動側のウォーム 2 0 2 に、出力軸 2 0 3 に結合した被動側のウォームホイール 2 0 4 を噛合させたものである。2 0 5 はウォーム軸である。

ウォームホイール 2 0 4 は、(a) ~ (c) に示すように、出力軸 2 0 3 に結合したハブ 2 0 6 と、ハブ 2 0 6 の外周囲に配置した第 1 ギヤ 2 0 7 並びに第 2 ギヤ 2 0 8 と、これらの第 1・第 2 ギヤ 2 0 7, 2 0 8 をハブ 2 0 6 の外周面に弾性的に連結した弾性体 2 0 9 とからなる。

**【0 0 0 7】**

すなわち、ウォーム 2 0 2 に噛合うウォームホイール 2 0 4 を、回転軸方向に 2 個のギヤ (第 1・第 2 ギヤ 2 0 7, 2 0 8) に分割し、これらのギヤの位相を互いにずらし、弾性体 2 0 9 によって回転方向に弾発したものである。

このようなウォームギヤ機構 2 0 0 は、ウォーム 2 0 2 の歯 2 0 2 a の両面を、第 1 ギヤ 2 0 7 の歯 2 0 7 a 及び第 2 ギヤ 2 0 8 の歯 2 0 8 a により、円周方向に両側から挟み込むことで、バックラッシュを抑制するというものである。

**【0 0 0 8】**

図 1 8 (a), (b) は従来のウォームギヤ機構の概要図 (その 2) であり、特開 2 0 0 2 - 3 7 1 0 0 公報の図 1 及び図 3 の要部を再掲する。(a) はウォームギヤ機構 3 0 0 を電動モータ 3 0 1 に連結したことを示す。(b) はウォームギヤ機構 3 0 0 の断面構成を示す。なお、符号は振り直した。

**【0 0 0 9】**

従来のウォームギヤ機構 3 0 0 は、(a) に示すように、電動モータ 3 0 1 に連結した駆動側のウォーム 3 0 2 に、出力軸 3 0 3 に結合した被動側のウォーム

ホイール 3 0 4 を噛み合わせたものである。3 0 5 はモータ軸である。

(b) に示すように、ウォームホイール 3 0 4 の歯 3 1 1 のうち、ウォーム 3 0 2 の歯 3 0 2 a に噛み合う部分（斜線を付した部分）を、噛み合い域 3 1 2 とする。

#### 【0 0 1 0】

ウォームホイール 3 0 4 の歯 3 1 1 は、噛み合い域 3 1 2 に対して、歯幅方向の一方側に環状の保持溝 3 1 3 を形成し、この保持溝 3 1 3 にゴム製 O リング 3 2 1 を取付けたものである。

ゴム製 O リング 3 2 1 は、ウォーム 3 0 2 の歯先面 3 0 2 b に接触することにより、僅かに撓み、その弾性復元力によって噛み合い部分に予圧を加えることで、バックラッシを抑制するというものである。

#### 【0 0 1 1】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記図 1 7 に示す従来のウォームギヤ機構 2 0 0 は、回転軸方向に二分割したものであるため、ウォーム 2 0 2 の歯 2 0 2 a に対するギヤ 1 個の歯の接触面積は半分以下になる。ウォーム 2 0 2 を正回転させたときには第 1 ギヤ 2 0 7 の歯 2 0 7 a にトルクを伝達し、ウォーム 2 0 2 を逆回転させたときには第 2 ギヤ 2 0 8 の歯 2 0 8 a にトルクを伝達することになる。特に、ウォーム 2 0 2 に対するウォームホイール 3 0 4 の接触圧力が最も大きくなる部分（図 1 7 (b) において、図左右方向の中央部分）が、第 1 ギヤ 2 0 7 と第 2 ギヤ 2 0 8 との分割部分になる。従って、ウォームギヤ機構 2 0 0 の耐久性、特に耐摩耗性を高めるには、更なる検討の余地がある。

#### 【0 0 1 2】

一方、上記図 1 8 に示す従来のウォームギヤ機構 3 0 0 は、ウォームホイール 3 0 4 の歯 3 1 1 のうち、噛み合い域 3 1 2 に保持溝 3 1 3 を形成したので、その分だけ、ウォーム 3 0 2 の歯 3 0 2 a に対するウォームホイール 3 0 4 の歯 3 1 1 の接触面積が減少する。特に、歯 3 1 1 は (b) に示す噛み合い域 3 1 2 において、歯幅方向（図の左右方向）の一方側にのみ、保持溝 3 1 3 を形成したものである。歯厚方向への曲げ剛性は、歯幅方向の一方側と他方側とで異なる。この結果、歯幅方向の一方側と他方側とで、接触圧力が不均一になる。従って、ウォームギ

ヤ機構 3 0 0 の耐久性を高めるには、更なる検討の余地がある。

#### 【0 0 1 3】

さらに、上記図 1 8 に示す従来のウォームギヤ機構 3 0 0 は、回転するウォーム 3 0 2 の歯先面 3 0 2 b に対して、ゴム製Ｏリング 3 2 1 が擦るものであるから、摩擦力が生じる。しかも、ウォームホイール 3 0 4 の回転中心からゴム製Ｏリング 3 2 1 の接触面までの回転半径は比較的大さい。この結果、大きい摩擦トルクが生じる。ウォームギヤ機構 3 0 0 のトルク伝達効率を高めるためには、このような大きい摩擦トルクを低減することが好ましい。

しかも、歯先面 3 0 2 b にゴム製Ｏリング 3 2 1 が頻繁に擦るので、ゴム製Ｏリング 3 2 1 の耐久性を確保するには、更なる改良の余地がある。

#### 【0 0 1 4】

また、これらのウォームギヤ機構 2 0 0, 3 0 0 を、例えば電動パワーステアリング装置に搭載した場合には、ステアリングハンドルを操舵したときの歯同士の打音の発生を、より抑制することが求められる。車室内の騒音の低減を求められるからである。

さらには、電動パワーステアリング装置は、電動モータの補助トルクをウォームギヤ機構 2 0 0, 3 0 0 を介してステアリング系に付加するものであるから、操舵感覚（操舵フィーリング）を高めるには、バックラッシを除去することが好ましい。バックラッシがあると、ステアリングハンドルを戻し操作したときに、ウォームギヤ機構 2 0 0, 3 0 0 からステアリング系に補助トルクが伝達される時間遅れ（タイミングの遅れ）が発生するからである。

#### 【0 0 1 5】

そこで本発明の目的は、ウォームとウォームホイールとの間の歯同士の打音の発生を抑制するとともに、ウォームギヤ機構の耐久性をより高め、さらに、ウォームとウォームホイールとの良好な噛合い状態を維持できる技術を提供することにある。

#### 【0 0 1 6】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために請求項 1 は、駆動側のウォームにトルク伝達用ウォ



ームホイールを噛合わせることで、ウォームからトルク伝達用ウォームホイールを介して負荷側にトルクを伝達するウォームギヤ機構において、

このウォームギヤ機構に、トルク伝達用ウォームホイールに対して同一の回転中心上で相対回転可能に配置した補助ウォームホイールを備え、

この補助ウォームホイールのピッチ円直径をトルク伝達用ウォームホイールのピッチ円直径よりも大きく設定して、ウォームに補助ウォームホイールを噛合わせ、

ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイール並びに補助ウォームホイールの噛合い位置で、ウォームの歯の両面をトルク伝達用ウォームホイールの歯と補助ウォームホイールの歯とによって挟み込むように構成し、

この挟み込み状態を維持する方向に、トルク伝達用ウォームホイールに対して補助ウォームホイールを弾発部材で弾発したことを特徴とする。

#### 【0017】

請求項1によれば、補助ウォームホイールのピッチ円直径をトルク伝達用ウォームホイールのピッチ円直径よりも大きく設定したので、ウォームに、トルク伝達用ウォームホイールとは異なる噛合い位相で補助ウォームホイールを噛合わせることができる。このため、トルク伝達用ウォームホイールの歯幅を、十分な大きさに設定することができる。この結果、ウォームの歯に対するトルク伝達用ウォームホイールの歯の接触面積を十分に確保することができる。従って、バックラッシを除去したウォームギヤ機構の耐久性を、より高めることができる。

しかも、バックラッシを除去することができるので、ウォームとトルク伝達用ウォームホイールとの間の、歯同士の打音の発生をより抑制することができる。

#### 【0018】

さらに請求項1によれば、ウォームを軸方向から見たときに、ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイールの噛合わせ部分を中心として、トルク伝達用ウォームホイールの歯幅部分を左右対称形にすることができる。また、トルク伝達用ウォームホイールの歯に、従来のようにバックラッシ抑制用部品を保持させるための保持溝を設けることなく、一体に形成することができる。従って、トルク伝達用ウォームホイールの歯の加工精度を高めることができるとともに、ウォー

ムに対するトルク伝達用ウォームホイールの良好な噛合い状態を維持することができる。

#### 【0 0 1 9】

請求項 2 は、駆動側のウォームにトルク伝達用ウォームホイールを噛合わせることで、ウォームからトルク伝達用ウォームホイールを介して負荷側にトルクを伝達するウォームギヤ機構において、

このウォームギヤ機構に、トルク伝達用ウォームホイールに対して同一の回転中心上で相対回転可能に配置した補助ウォームホイールを備え、

この補助ウォームホイールのピッチ円直径をトルク伝達用ウォームホイールのピッチ円直径よりも大きく設定して、ウォームに前記補助ウォームホイールをバックラッシを有することなく噛合わせ、

トルク伝達用ウォームホイールに対して補助ウォームホイールを相対的に回転したときに、補助ウォームホイールを元に戻す方向に弾発する弾発部材を備えたことを特徴とする。

#### 【0 0 2 0】

請求項 2 によれば、補助ウォームホイールのピッチ円直径をトルク伝達用ウォームホイールのピッチ円直径よりも大きく設定したので、ウォームに、トルク伝達用ウォームホイールとは異なる噛合い位相で補助ウォームホイールを噛合わせることができる。このため、トルク伝達用ウォームホイールの歯幅を、十分な大きさに設定することができる。この結果、ウォームの歯に対するトルク伝達用ウォームホイールの歯の接触面積を十分に確保することができる。従って、バックラッシを除去したウォームギヤ機構の耐久性を、より高めることができる。

しかも、バックラッシを除去することができるので、ウォームとトルク伝達用ウォームホイールとの間の、歯同士の打音の発生をより抑制することができる。

#### 【0 0 2 1】

さらに請求項 2 によれば、ウォームを軸方向から見たときに、ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイールの噛合わせ部分を中心として、トルク伝達用ウォームホイールの歯幅部分を左右対称形にすることができる。また、トルク伝達用ウォームホイールの歯に、従来のようにバックラッシ抑制用部品を保持させる

ための保持溝を設けることなく、一体に形成することができる。従って、トルク伝達用ウォームホイールの歯の加工精度を高めることができるとともに、ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイールの良好な噛合い状態を維持することができる。

#### 【0 0 2 2】

さらに請求項 2 によれば、ウォームに補助ウォームホイールをバックラッシを有することなく噛合わせ、さらに、トルク伝達用ウォームホイールに対して補助ウォームホイールを相対的に回転したときに、補助ウォームホイールを元に戻す方向に弾発する弾発部材を備えたものである。

このため、補助ウォームホイールの歯をウォームの歯と歯の間に隙間なく噛合わせた状態で、トルク伝達用ウォームホイールに対して補助ウォームホイールを、常に中立位置へ戻す方向に弾発することができる。

従って、弾発部材の弾発力に抗して、先にウォームで補助ウォームホイールを回しながら、遅れてウォームでトルク伝達用ウォームホイールを回し始めることができる。この結果、ウォームの歯をトルク伝達用ウォームホイールの歯に緩やかに当てることができる。このため、ウォームギヤ機構の耐久性をより一層高めることができる。

#### 【0 0 2 3】

請求項 3 は、ウォームに補助ウォームホイールを噛合わせたときのウォームのピッチ円直径を、ウォームにトルク伝達用ウォームホイールを噛合わせたときのウォームのピッチ円直径よりも、小さく設定したことを特徴とする。

#### 【0 0 2 4】

請求項 3 によれば、ウォームのねじ山（歯）のピッチが一定であるのに対して、ウォームに補助ウォームホイールを噛合わせたときのウォームのピッチ円直径を小さく設定したので、その分、ねじ山の進み角を大きくすることができる。進み角が大きくなれば、ウォームと補助ウォームホイールとの間の摩擦損失は低減する。摩擦損失が小さいので、ウォームによって補助ウォームホイールを回す力は小さくてすむ。従って、ウォームギヤ機構をより円滑に作動させることができるとともに、ウォームギヤ機構の耐久性をより高めることができる。

**【 0 0 2 5 】**

請求項 4 は、請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 のウォームギヤ機構と、車両のステアリングハンドルから操舵車輪に至るステアリング系と、ステアリングハンドルで発生した操舵トルクを検出する操舵トルクセンサと、この操舵トルクセンサの検出信号に応じて補助トルクを発生してウォームギヤ機構を介してステアリング系に伝える電動モータと、を備えたことを特徴とするウォームギヤ機構を搭載した電動パワーステアリング装置である。

**【 0 0 2 6 】**

請求項 4 によれば、電動パワーステアリング装置において、電動モータで発生した補助トルクをステアリング系に伝達する動力伝達機構として、ウォームギヤ機構を採用したので、バックラッシを除去したウォームギヤ機構の耐久性を、より高めることができる。

さらには、ウォームギヤ機構のバックラッシを除去することによって、ステアリングハンドルを操舵するときの歯同士の打音の発生を、より抑制することができる。この結果、車室内の騒音をより一層低減することができる。

**【 0 0 2 7 】**

さらに請求項 4 によれば、ウォームギヤ機構のバックラッシを除去することによって、ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイールの良好な噛合い状態を維持することができる。このため、ステアリングハンドルを戻し操作したときに、ウォームギヤ機構からステアリング系に補助トルクが伝達される時間遅れの発生を抑制することができる。

さらには、バックラッシを除去したので、ウォームでトルク伝達用ウォームホイールを回転させた場合に、歯同士が衝当することなく、緩やかに当たって噛合うので、ステアリングハンドルの戻り作動を良好にすることができる。

このようなことから、電動パワーステアリング装置の操舵感覚（操舵フィーリング）を、より高めることができる。

**【 0 0 2 8 】****【発明の実施の形態】**

本発明の実施の形態を添付図面に基づいて以下に説明する。なお、図面は符号

の向きに見るものとする。以下、ウォームギヤ機構を電動パワーステアリング装置に搭載した例を説明する。

先ず、電動パワーステアリング装置及びウォームギヤ機構の第 1 の実施の形態について、図 1 ～図 9 に基づき説明する。

#### 【 0 0 2 9 】

図 1 は本発明に係る電動パワーステアリング装置（第 1 の実施の形態）の模式図である。電動パワーステアリング装置 1 0 は、車両のステアリングハンドル 2 1 から車両の操舵車輪（前輪） 2 9、2 9 に至るステアリング系 2 0 と、このステアリング系 2 0 に補助トルクを加える補助トルク機構 4 0 とからなる。

#### 【 0 0 3 0 】

ステアリング系 2 0 は、ステアリングハンドル 2 1 にステアリングシャフト 2 2 及び自在軸継手 2 3、2 3 を介してピニオン軸（入力軸） 2 4 を連結し、ピニオン軸 2 4 にラックアンドピニオン機構 2 5 を介してラック軸 2 6 を連結し、ラック軸 2 6 の両端に左右のタイロッド 2 7、2 7 及びナックル 2 8、2 8 を介して左右の操舵車輪 2 9、2 9 を連結したものである。

ラックアンドピニオン機構 2 5 は、ピニオン軸 2 4 に形成したピニオン 3 1 と、ラック軸 2 6 に形成したラック 3 2 とからなる。

#### 【 0 0 3 1 】

運転者がステアリングハンドル 2 1 を操舵することで、この操舵トルクによりラックアンドピニオン機構 2 5 及び左右のタイロッド 2 7、2 7 を介して、左右の操舵車輪 2 9、2 9 を操舵することができる。

#### 【 0 0 3 2 】

補助トルク機構 4 0 は、ステアリングハンドル 2 1 に加えたステアリング系 2 0 の操舵トルクを操舵トルクセンサ 4 1 で検出し、このトルク検出信号に基づき制御部 4 2 で制御信号を発生し、この制御信号に基づき操舵トルクに応じた補助トルクを電動モータ 4 3 で発生し、補助トルクをウォームギヤ機構 4 4 を介してピニオン軸 2 4 に伝達し、さらに、補助トルクをピニオン軸 2 4 からステアリング系 2 0 のラックアンドピニオン機構 2 5 に伝達するようにした機構である。

運転者の操舵トルクに電動モータ 4 3 の補助トルクを加えた複合トルクにより

、ラック軸 2 6 で操舵車輪 2 9、2 9 を操舵することができる。

#### 【0 0 3 3】

図 2 は本発明に係る電動パワーステアリング装置（第 1 の実施の形態）の全体構成図であり、左端部及び右端部を断面して表したものである。この図は、電動パワーステアリング装置 1 0 のラック軸 2 6 を、車幅方向（図左右方向）に延びるハウジング 5 1 に軸方向へスライド可能に収容したことを示す。

ラック軸 2 6 は、ハウジング 5 1 から突出した長手方向両端にボールジョイント 5 2、5 2 を介してタイロッド 2 7、2 7 を連結した軸である。5 3、5 3 はダストシール用ブーツである。

#### 【0 0 3 4】

図 3 は図 2 の 3 - 3 線断面図であり、電動パワーステアリング装置 1 0 の縦断面構造を示す。

電動パワーステアリング装置 1 0 は、ピニオン軸 2 4、ラックアンドピニオン機構 2 5、操舵トルクセンサ 4 1 及びウォームギヤ機構 4 4 をハウジング 5 1 に収納し、このハウジング 5 1 の上部開口を上部カバー部 5 4 で塞いだものである。操舵トルクセンサ 4 1 は、上部カバー部 5 4 に取付けたものである。

#### 【0 0 3 5】

ウォームギヤ機構 4 4 は、駆動側のウォーム 4 7 にトルク伝達用ウォームホイール 4 8 を噛み合わせることで、ウォーム 4 7 からトルク伝達用ウォームホイール 4 8 を介して負荷側にトルクを伝達することができるようにしたものである。さらにウォームギヤ機構 4 4 は、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 に対して同一の回転中心 C L 上で相対回転可能に配置した補助ウォームホイール 4 9 を備え、ウォーム 4 7 に補助ウォームホイール 4 9 を噛み合わせたものである。

#### 【0 0 3 6】

回転中心 C L は、ピニオン軸 2 4 の中心でもある。補助ウォームホイール 4 9 は、ウォーム 4 7 とトルク伝達用ウォームホイール 4 8 との間の、バックラッシを除去するために設けた補助的な歯車である。

#### 【0 0 3 7】

ハウジング 5 1 は、上下に延びるピニオン軸 2 4 の上部、長手中央部及び下端

を 3 個の軸受 55～57 を介して回転可能に支承したものであり、さらに電動モータ 43 を取付けるとともに、ラックガイド 70 を備える。図中、58 はロックナット、59 はオイルシールである。

#### 【0038】

ところで、操舵トルクセンサ 41 は、ピニオン軸 24 に、残留歪みが付与され作用トルクに応じて磁歪特性が変化する第 1 残留歪み部 61 及び第 2 残留歪み部 62 を設け、これら第 1・第 2 残留歪み部 61、62 の周囲に、第 1・第 2 残留歪み部 61、62 に生じた磁歪効果を電氣的に検出する検出部 63 を設け、検出部 63 の検出信号をトルク検出信号として出力するようにした、磁歪式トルクセンサである。

#### 【0039】

第 1・第 2 残留歪み部 61、62 は、ピニオン軸 24 の軸長手方向に互いに逆方向の残留歪みが付与された磁歪膜からなる。

検出部 63 は、ピニオン軸 24 を通した筒状のコイルボビン 64、65 と、コイルボビン 64、65 に巻いた第 1 多層ソレノイド巻きコイル 66 並びに第 2 多層ソレノイド巻きコイル 67 と、第 1・第 2 多層ソレノイド巻きコイル 66、67 の周囲を囲う磁気シールド用バックヨーク 68 と、からなる。

#### 【0040】

ラックガイド 70 は、ラック 32 と反対側からラック軸 26 に当てるガイド部 71 と、このガイド部 71 を圧縮ばね 72 を介して押す調整ボルト 73 と、からなる押圧手段である。ガイド部 71 と調整ボルト 73 との間には、調整ボルト 73 の調整方向に若干の隙間を有する。ガイド部 71 は、ラック軸 26 の背面を滑らせる当て部材 74 を備える。75 はロックナットである。

#### 【0041】

ラックガイド 70 によって、ラック軸 26 をその軸方向へ摺動可能に支持することができる。さらにラックガイド 70 によれば、ハウジング 51 にねじ込んだ調整ボルト 73 にて、圧縮ばね 72 を介してガイド部 71 を適切な押圧力で押すことにより、ガイド部 71 でラック 32 に予圧を与えて、ラック 32 をピニオン 31 に押し付けることができる。

**【 0 0 4 2 】**

図 4 は図 2 の 4 - 4 線断面図であり、ピニオン軸 2 4 と電動モータ 4 3 とウォームギヤ機構 4 4 との関係を示す。

電動モータ 4 3 は、モータ軸 4 3 a を横向きにしてハウジング 5 1 に取付け、ハウジング 5 1 内にモータ軸 4 3 a を延したものである。

**【 0 0 4 3 】**

ウォームギヤ機構 4 4 は、電動モータ 4 3 で発生した補助トルクをピニオン軸 2 4 に伝達する補助トルク伝達機構、すなわち倍力機構である。

詳しく述べるとウォームギヤ機構 4 4 は、電動モータ 4 3 のモータ軸 4 3 a にカップリング 4 5 を介して連結したウォーム軸 4 6 と、ウォーム軸 4 6 に一体に形成したウォーム 4 7 と、ウォーム 4 7 に噛み合わせたトルク伝達用ウォームホイール 4 8 と、からなる。トルク伝達用ホイール 4 8 はピニオン軸 2 4 に結合したものである。

この図は、水平に延びるウォーム軸 4 6 の両端部を軸受 8 1, 8 2 を介してハウジング 5 1 にて回転可能に支承したことを示す。

**【 0 0 4 4 】**

図 5 は本発明に係るウォームギヤ機構（第 1 の実施の形態）の分解図である。上記図 3 を参照しつつ説明すると、ウォームギヤ機構 4 4 は、ピニオン軸 2 4 にトルク伝達用ウォームホイール 4 8 を軸方向移動を規制して結合し、ピニオン軸 2 4 に補助ウォームホイール 4 9 を回転可能に取付けるとともに、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 の上に補助ウォームホイール 4 9 を重ね、さらに、補助ウォームホイール 4 9 の上に抑え板 9 1 を重ねるとともに、抑え板 9 1 の上でピニオン軸 2 4 の止め溝 2 4 a に止め輪 9 2 を止めることで、補助ウォームホイール 4 9 及び抑え板 9 1 をトルク伝達用ウォームホイール 4 8 及び止め輪 9 2 によって軸方向移動を規制したものである。

**【 0 0 4 5 】**

トルク伝達用ウォームホイール 4 8 は、嵌合孔 1 0 1 を有した円盤状を呈するホイール本体 1 0 2 の外周面に歯 1 0 3 …（…は複数を示す。以下同じ。）を一体に形成した歯車である。嵌合孔 1 0 1 は、ピニオン軸 2 4 に結合するセレー



ション溝を有する。

補助ウォームホイール 49 は、嵌合孔 111 を有した円盤状を呈するホイール本体 112 の外周面に、トルク伝達用ウォームホイール 48 側へ向かって延びる歯 113 …を一体に形成した、いわゆる冠状の歯車である。

#### 【0046】

さらに図 5 は、トルク伝達用ウォームホイール 48 に対して補助ウォームホイール 49 の位相（周方向の位置）を中立位置に保持する、複数（例えば 4 個）の中立保持機構 120 …をウォームギヤ機構 44 に備えたことを示す。

#### 【0047】

図 6（a）～（d）は本発明に係る中立保持機構（第 1 の実施の形態）の構成図である。（a）は中立保持機構 120 の断面構成を示し、上記図 3 に対応させて表した。（b）は（a）の b-b 線断面構成を示す。（c）は（b）の c-c 線断面構成を示す。（d）は中立保持機構 120 の変形例を示し、（c）に対応させて表した。

#### 【0048】

中立保持機構 120 は、トルク伝達用ウォームホイール 48 の上面から起立した丸棒状のピン 121 と、ピン 121 を嵌合するために補助ウォームホイール 49 に上下貫通した長孔 122 と、長孔 122 の長手方向の一端 122a とピン 121 との間に介在した弾発部材としての圧縮ばね 123 と、からなる。

#### 【0049】

長孔 122 は、補助ウォームホイール 49 の回転中心 CL と同心とした円弧状の細長い貫通孔であり、圧縮ばね 123 を収納できる大きさを有する。トルク伝達用ウォームホイール 48 に対して、補助ウォームホイール 49 を回転方向に圧縮ばね 123 で弾発することができる。

抑え板 91 は、長孔 122 から圧縮ばね 123 が脱落することを防止するために、補助ウォームホイール 49 に重なる部材であって、ピン 121 の先端を逃がす逃がし孔 91a を有する。なお、長孔 122 は（d）に示す変形例のように、一端 122a を平坦な形状にしてもよい。

#### 【0050】

図7は本発明に係るウォームギヤ機構（第1の実施の形態）の平面図であり、補助ウォームホイール49の一部を断面して表した。この図は、補助ウォームホイール49のピッチ円直径 $D_2$ をトルク伝達用ウォームホイール48のピッチ円直径 $D_1$ よりも大きく設定して（ $D_1 < D_2$ ）、ウォーム47に補助ウォームホイール49を噛合させたことを示す。

複数の中立保持機構120…は全て同一構成であり、補助ウォームホイール49の回転中心CLを中心として、周方向に等ピッチで配列したものである。

#### 【0051】

ウォーム47は金属製品、例えば機械構造用炭素鋼鋼材（JIS-G-4051）等の鉄鋼製品である。トルク伝達用ウォームホイール48及び補助ウォームホイール49は、ナイロン樹脂等の樹脂製品である。金属製品のウォーム47に樹脂製品のトルク伝達用ウォームホイール48及び補助ウォームホイール49を噛合わせるようにしたので、噛合いを比較的円滑にすることができるとともに、騒音をより低減させることができる。

#### 【0052】

ウォーム47の歯131の軸直角断面はほぼ台形歯形であり、トルク伝達用ウォームホイール48の歯103の軸直角断面はインボリュート歯形である。ウォーム47のねじ山は1条であり、このねじ山のピッチは $P_i$ である。

#### 【0053】

図8（a）～（e）は本発明に係るウォームギヤ機構（第1の実施の形態）の構成図である。（a）はウォームギヤ機構44の断面構成を示し、上記図3に対応させて表した図である。（b）は（a）のb-b線断面構成を示す。

#### 【0054】

（a）及び（b）に示すように、冠状を呈する補助ウォームホイール49は、歯113…がトルク伝達用ウォームホイール48の外周面104を囲うように重ねることで、ウォーム47に噛合わせるようにしたものである。このため、トルク伝達用ウォームホイール48に補助ウォームホイール49の歯113…が干渉することはない。

#### 【0055】

補助ウォームホイール 4 9 のピッチ円直径  $D 2$  を、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 のピッチ円直径  $D 1$  よりも大きく設定したので、ウォーム 4 7 に、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 とは異なる噛合い位相で補助ウォームホイール 4 9 を噛合わせることもできる。このため、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 の歯幅を、十分な大きさに設定することができる。この結果、ウォーム 4 7 の歯 1 3 1 に対するトルク伝達用ウォームホイール 4 8 の歯 1 0 3 の接触面積を十分に確保することができる。従って、ウォームギヤ機構 4 4 の耐久性を、より高めることができる。

#### 【 0 0 5 6 】

ウォーム 4 7 の中心から補助ウォームホイール 4 9 のピッチ円までの距離は  $r$  である。この距離  $r$  は次の ( 1 ) 式で求められる。但し、ウォーム 4 7 にトルク伝達用ウォームホイール 4 8 を噛合わせたときのウォーム 4 7 のピッチ円直径を  $d 1$  とする。

$$r = (D 1 + d 1 - D 2) / 2 \quad \cdots \cdots (1)$$

#### 【 0 0 5 7 】

なお、距離  $r$  は任意であり零であってもよい。すなわち、補助ウォームホイール 4 9 のピッチ円直径  $D 2$  は、「 $D 1 + d 1$ 」と同一又はこれより大きい値であってもよい。より具体的には、ピッチ円直径  $D 2$  の大きさは、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 に補助ウォームホイール 4 9 の歯 1 1 3 … が干渉することがなく、しかも、ウォーム 4 7 に補助ウォームホイール 4 9 が噛合うことができる大きさであればよい。

#### 【 0 0 5 8 】

さらにウォームギヤ機構 4 4 は、補助ウォームホイール 4 9 の歯 1 1 3 … がトルク伝達用ウォームホイール 4 8 の外周面 1 0 4 を囲うように、補助ウォームホイール 4 9 を、いわゆる冠状に形成したことを特徴とする。従って、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 に補助ウォームホイール 4 9 を付加した構成であるにもかかわらず、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 に補助ウォームホイール 4 9 が干渉することはない。このため、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 の歯幅を、より一層十分な大きさに設定することができる。この結果、ウォーム 4 7 の歯

131に対するトルク伝達用ウォームホイール48の歯103の接触面積をより一層十分に確保することができる。従って、ウォームギヤ機構44の耐久性を、より一層高めることができる。

#### 【0059】

さらにまた、ウォームギヤ機構44は、ウォーム47に補助ウォームホイール49を噛合させたときのウォーム47のピッチ円直径 $d_2$ を、ウォーム47にトルク伝達用ウォームホイール48を噛合させたときのウォーム47のピッチ円直径 $d_1$ よりも、小さく設定した( $d_1 > d_2$ )ことを特徴とする。

#### 【0060】

ウォーム47のねじ山(歯)131のピッチ $P_i$ が一定であるのに対して、ウォーム47に補助ウォームホイール49を噛合させたときのウォーム47のピッチ円直径 $d_2$ を小さく設定したので、その分、ねじ山131の進み角を大きくすることができる。進み角が大きくなれば、ウォーム47と補助ウォームホイール49との間の摩擦損失は低減する。摩擦損失が小さいので、ウォーム47によって補助ウォームホイール49を回す力は小さくてすむ。従って、ウォームギヤ機構44をより円滑に作動させることができるとともに、ウォームギヤ機構44の耐久性をより高めることができる。

#### 【0061】

図8(c)は図8(a)のc-c線断面構成を示し、ウォーム47に対するトルク伝達用ウォームホイール48の噛合い状態を表す。すなわち、ウォーム47の歯131の左の歯面131aにトルク伝達用ウォームホイール48の歯103の右の歯面103bが当たっている。

#### 【0062】

図8(d)は図8(a)のd-d線断面構成を示し、図8(e)は図8(b)をe矢視方向から見た断面構成を示す。これらの(d)及び(e)はウォーム47に対する補助ウォームホイール49の噛合い状態を表す。すなわち、ウォーム47の歯131の右の歯面131bに補助ウォームホイール49の歯113の左の歯面113aが当たっている。

#### 【0063】

図9は本発明に係るウォームギヤ機構（第1の実施の形態）の模式図であり、上記図8（c）及び図8（d）を組合わせて模式的に表した図である。

ウォームギヤ機構44は、ウォーム47に対するトルク伝達用ウォームホイール48並びに補助ウォームホイール49の噛合い位置で、ウォーム47の歯131の両面131a、131b、すなわち左右の歯面131a、131bをトルク伝達用ウォームホイール48の歯103と補助ウォームホイール49の歯113とによって挟み込むように構成し、この挟み込み状態を維持する方向（矢印R1方向）に、トルク伝達用ウォームホイール48に対して補助ウォームホイール49を圧縮ばね123（弾発部材123）で弾発したことを特徴とする。

#### 【0064】

言い換えると、中立保持機構120は、トルク伝達用ウォームホイール48側のピン121と、補助ウォームホイール49側の長孔122の一端122aと、の間に介在させた圧縮ばね123によって、トルク伝達用ウォームホイール48に対し補助ウォームホイール49を矢印R1方向に弾発する。

その弾発力により、左右の歯面131a、131bをトルク伝達用ウォームホイール48の左の歯103と、補助ウォームホイール49の右の歯113とで、挟み込んだ中立状態に維持することができる。

この結果、ウォーム47に対するトルク伝達用ウォームホイール48や補助ウォームホイール49との間のバックラッシを除去することができる。

#### 【0065】

次に、上記構成のウォームギヤ機構44の作用について、図9に基づき説明する。この図は、トルク伝達用ウォームホイール48の歯溝（左の歯103と右の歯103との間）にウォーム47の歯131が噛合っていることを示す。この状態においては、ウォーム47の歯131と、トルク伝達用ウォームホイール48の右の歯103との間に、若干のバックラッシ（隙間）を有する。

#### 【0066】

この図9の状態において、ウォーム47が正回転したときには、ウォーム47の歯131はトルク伝達用ウォームホイール48における左の歯103の、右の歯面103bを矢印R1方向（図反時計回り方向）に押して、回転させる。この

ときに、歯 1 0 3， 1 3 1 同士の打音は発生しない。

補助ウォームホイール 4 9 は、中立保持機構 1 2 0 を介してトルク伝達用ウォームホイール 4 8 と共に連れ回る。

#### 【 0 0 6 7 】

一方、この図の状態において、ウォーム 4 7 が逆回転したときには、圧縮ばね 1 2 3 の弾発力に抗して、ウォーム 4 7 の歯 1 3 1 は補助ウォームホイール 4 9 の歯 1 1 3 の、左の歯面 1 1 3 a を矢印 R 2 方向（図時計回り方向）に押して、回転させる。

#### 【 0 0 6 8 】

補助ウォームホイール 4 9 がバックラッシ分の一定角度だけ変位したときに、ウォーム 4 7 の歯 1 3 1 の右の歯面 1 3 1 b は、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 における右の歯 1 0 3 の、左の歯面 1 0 3 a に当たる。

この場合、圧縮ばね 1 2 3 の弾発力に抗して、補助ウォームホイール 4 9 の歯 1 1 3 を押しながら、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 の歯 1 0 3 に緩やかに当たるので、歯 1 0 3， 1 3 1 同士の打音は小さくてすむ。

#### 【 0 0 6 9 】

ウォーム 4 7 が更に逆回転することで、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 を矢印 R 2 方向に回転させることができる。補助ウォームホイール 4 9 は、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 と共に連れ回る。

#### 【 0 0 7 0 】

なお、圧縮ばね 1 2 3（弾発部材 1 2 3）の弾発力の大きさは、適宜設定すればよい。例えば、車両を高速又は中速で走行中に、電動パワーステアリング装置 1 0（図 1 参照）を操舵したときの、歯 1 0 3， 1 3 1 同士の打音を抑制できるように、圧縮ばね 1 2 3 の弾発力の大きさを設定することができる。車室内の居住性を高めるには、高速又は中速で走行中での打音を抑制することが好ましいからである。

#### 【 0 0 7 1 】

このように、ウォーム 4 7 とトルク伝達用ウォームホイール 4 8 との間の、歯 1 0 3， 1 3 1 同士の打音の発生をより抑制することができる。

しかも、上記図 8 (a) に示すようにウォーム 47 を軸方向から見たときに、ウォーム 47 に対するトルク伝達用ウォームホイール 48 の噛合わせ部分を中心として（すなわち、図 8 (a) に示すウォーム 47 の中心を通る中心線 CW に対して）、トルク伝達用ウォームホイール 48 の歯幅部分を左右対称形にすることができる。また、トルク伝達用ウォームホイール 48 の歯 103 に、従来のようにバックラッシ抑制用部品を保持させるための保持溝を設けることなく、一体に形成することができる。従って、トルク伝達用ウォームホイール 48 の歯 103 の加工精度を高めることができるとともに、ウォーム 47 に対するトルク伝達用ウォームホイール 48 の良好な噛合い状態を維持することができる。

#### 【0072】

ところで、図 9 において、ウォーム 47 を逆回転することで、トルク伝達用ウォームホイール 48 を矢印 R2 方向に回転させたときには、ウォーム 47 の歯 131 と、トルク伝達用ウォームホイール 48 の左の歯 103 と、の間に若干のバックラッシができる。その後に、ウォーム 47 を正回転したときには、歯 103、131 同士の打音が発生する。

#### 【0073】

これに対して、上述のように圧縮ばね 123 の弾発力の大きさを、車両を高速又は中速で走行中に、電動パワーステアリング装置 10（図 1 参照）を操舵したときの、歯 103、131 同士の打音を抑制できる程度の大きさに設定している。必要な補助トルクが小さくてすむので、圧縮ばね 123 の弾発力は比較的小さい。従って、このような操舵条件においては、ウォーム 47 を逆回転させたときの歯 103、131 同士の打音は比較的小さくてすみ、実質的に差支えない。

一方、車両を停止した状態で電動パワーステアリング装置 10 を操舵、すなわち据え切り操舵をする場合のように、大きい補助トルクが必要な場合には、車室内の騒音対策は比較的緩くても実質的に差支えない。

#### 【0074】

次に、電動パワーステアリング装置及びウォームギヤ機構の第 2 の実施の形態について、図 10～図 16 に基づき説明する。第 2 の実施の形態の電動パワーステアリング装置 10 は、ウォームギヤ機構 44A 並びに中立保持機構 120A・・

・が、第 1 の実施の形態とは相違し、その他の構成が同一である。

なお、上記図 1 ～図 9 に示す第 1 の実施の形態と同様の構成については同一符号を付し、その説明を省略する。また、上記図 1 ～図 5 に示す構成については第 2 の実施の形態においても同様なので、図面を省略する。

#### 【0 0 7 5】

図 1 0 は本発明に係るウォームギヤ機構（第 2 の実施の形態）の平面図であり、上記図 7 の概ね対応するものであって、補助ウォームホイール 4 9 の一部を断面して表した。この図は、中立保持機構 1 2 0 A …の構成が第 1 の実施の形態における中立保持機構 1 2 0 …とは相違することを示す。

#### 【0 0 7 6】

第 2 の実施の形態の中立保持機構 1 2 0 A …は、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 に対して補助ウォームホイール 4 9 を相対的に回転したときに、補助ウォームホイール 4 9 を元に戻す方向に弾発するように構成して、ウォームギヤ機構 4 4 A に備える。以下、中立保持機構 1 2 0 A …の詳細について説明する。

#### 【0 0 7 7】

図 1 1 (a) ～ (d) は本発明に係る中立保持機構（第 2 の実施の形態）の構成図である。(a) は中立保持機構 1 2 0 A の断面構成を示し、上記図 3 に対応させて表した。(b) は (a) の b - b 線断面構成を示す。(c) は (b) の c - c 線断面構成を示す。(d) は中立保持機構 1 2 0 A の変形例を示し、(c) に対応させて表した。

#### 【0 0 7 8】

中立保持機構 1 2 0 A は、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 の上面から起立した丸棒状のピン 1 2 1 と、ピン 1 2 1 を嵌合するために補助ウォームホイール 4 9 に上下貫通した長孔 1 2 2 と、長孔 1 2 2 の長手方向の両端 1 2 2 a, 1 2 2 a とピン 1 2 1 との間に介在した一对の弾発部材としての圧縮ばね 1 2 3 A, 1 2 3 A と、からなる。

長孔 1 2 2 の長手方向の中央にピン 1 2 1 を嵌合し、このピン 1 2 1 と長孔 1 2 2 の両端 1 2 2 a, 1 2 2 a との間にそれぞれ圧縮ばね 1 2 3 A, 1 2 3 A を介在させた。



**【0079】**

このようにすることで、トルク伝達用ウォームホイール48に対して、補助ウォームホイール49を相対的に回転したときに、補助ウォームホイール49を元に戻す方向に圧縮ばね123A、123Aで弾発することができる。

なお、長孔122は(d)に示す変形例のように、両端122a、122aを平坦な形状にしてもよい。

**【0080】**

図12は本発明に係るウォームギヤ機構(第2の実施の形態)の要部平面図であり、上記図10に対応させてウォーム47に対するトルク伝達用ウォームホイール48の噛合い状態を表したものであり、一部を断面して示す。

第2の実施の形態におけるウォームギヤ機構44Aは、この図に示す中立状態において、ウォーム47の歯131の左右の歯面131a、131bに対し、トルク伝達用ウォームホイール48の左右の歯103、103は、ほぼ同じ大きさ $\delta$ 、 $\delta$ のバックラッシ(隙間)Ba、Baを有して噛合うように設定したものである。従って、ウォーム47の歯131に対して、トルク伝達用ウォームホイール48の左右の歯103、103は接触していない。

**【0081】**

図13は本発明に係るウォームギヤ機構(第2の実施の形態)の要部平面図であり、上記図10に対応させてウォーム47に対する補助ウォームホイール49の噛合い状態を表したものであり、一部を断面して示す。

**【0082】**

図14(a)～(c)は本発明に係るウォームギヤ機構(第2の実施の形態)の構成図である。但し、トルク伝達用ウォームホイール48を省略した。

(a)はウォームギヤ機構44Aを、補助ウォームホイール49の回転中心側から見た断面構成を示す。(b)は(a)のb-b線断面構成を示す。(c)は(a)の構成においてウォーム47を断面して示す。

**【0083】**

第2の実施の形態のウォームギヤ機構44Aは、ウォーム47に補助ウォームホイール49をバックラッシを有することなく噛合わせるように構成したことを

特徴とする。この点の原理について図15にて説明する。

#### 【0084】

図15 (a), (b) は本発明に係るウォームと補助ウォームホイールとの関係を示す原理図 (第2の実施の形態) である。(a) は補助ウォームホイール49の歯113を、補助ウォームホイール49の回転中心側から見た断面構成を示す。(b) は上記(a)の補助ウォームホイール49をウォーム47に噛み合わせた状態を示す。

#### 【0085】

(a) に示すように、補助ウォームホイール49の歯113の形状は、補助ウォームホイール49の回転中心側から見たときに、ほぼ四角形を呈する。さらに補助ウォームホイール49の歯113は先端部分113c、すなわち歯末113cが歯厚方向に弾性変形可能な構成である。具体的には、歯113は歯厚方向 (図左右方向) に弾性変形を可能にするために、変形逃げ部114を形成したものである。この変形逃げ部114は例えば(a)に示すように、歯先面113dに且つ歯厚方向のほぼ中央位置に形成した凹部 (切欠き) である。この凹部は歯幅方向 (図表裏方向) に貫通している。従って、左右の歯面113a, 113bに歯厚方向への圧縮力 $F_s$ が作用したときには、歯113は歯厚方向へ想像線にて示すように、弾性変形することができる。

#### 【0086】

なお、変形逃げ部114の形状や寸法並びに位置については、歯末113cが歯厚方向へ弾性変形可能なように設定すればよく、任意である。

#### 【0087】

ここで、歯厚 $T_1$ の歯113を、(b)に示すようにウォーム47の歯131, 131間、すなわち歯溝131cに噛み合わせたときのことを考える。歯113の歯厚 $T_1$ は、ウォーム47における歯131, 131の歯元間の寸法 $T_2$ よりも大きく設定したものである ( $T_1 > T_2$ )。

歯溝131cに歯113を圧入したとき、歯113は歯厚方向に圧縮されて弾性変形する。この結果、歯113における歯末113cの歯厚は、 $T_1$ から $T_2$ に小さくなる。

## 【0088】

このように、補助ウォームホイール 49 の歯 113 は、ウォーム 47 に対する噛合い位置で、ウォーム 47 の歯 131 と歯 131 の間に隙間なく噛合わせたときに、歯厚方向の内側に弾性変形可能に構成したものである。従って、歯 113 が歯厚方向へ弾性変形することによって、ウォーム 47 や補助ウォームホイール 49 の製作精度及びこれらの歯の噛合わせ精度を、容易に吸収することができるので、バックラッシを有しないにもかかわらず生産性が高まる。

しかも、ウォーム 47 と補助ウォームホイール 49 との相対的回転に対して、歯 131 に対する歯 113 の歯当りを均一にすることができる。従って、ウォーム 47 で補助ウォームホイール 49 を回転させた場合に、接触圧力を低減させることができる。このため、ウォームギヤ機構 44A (図 14 参照) の耐久性をより一層高めることができる。

## 【0089】

一旦図 14 に戻って説明する。ウォーム 47 の歯溝 131c に補助ウォームホイール 49 の歯 113 を、圧入した状態で噛合わせることにより、歯 113 は歯厚方向に圧縮されて弾性変形する。この結果、ウォーム 47 の歯 131, 131 に対して、歯 113 は噛合い点 P1 と噛合い点 P2 とで噛合う。これらの噛合い点 P1, P2 間の距離は T2 であり、歯 131, 131 の歯元間の寸法 T2 と同一である。

このようにして、ウォーム 47 に補助ウォームホイール 49 をバックラッシを有することなく噛合わせることができる。

## 【0090】

噛合い点 P1, P2 において、ウォーム 47 に補助ウォームホイール 49 を噛合わせたときの、ウォーム 47 のピッチ円直径は  $d_2$  である。ウォームギヤ機構 44A は、このピッチ円直径  $d_2$  を、ウォーム 47 にトルク伝達用ウォームホイール 48 (図 13 参照) を噛合わせたときのウォーム 47 のピッチ円直径  $d_1$  よりも、小さく設定した ( $d_1 > d_2$ ) ことを特徴とする。

## 【0091】

次に、上記第 2 の実施の形態のウォームギヤ機構 44A の作用について、図 1

6 に基づき説明する。

図 1 6 (a) ~ (d) は本発明に係るウォームギヤ機構 (第 2 の実施の形態) の作用図である。(a) は中立状態におけるウォームギヤ機構 4 4 A の模式図であり、上記図 1 2 及び図 1 3 を組合わせて模式的に表した図である。(b) は (a) の b 矢視図であり、上記図 1 4 (c) に合わせて表した図である。

#### 【0 0 9 2】

(a) は中立状態において、ウォーム 4 7 の歯 1 3 1 に対し、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 の左右の歯 1 0 3, 1 0 3 が、ほぼ同じ大きさのバックラッシ B a, B a を有して噛合っていることを示す。この噛合い状態は、(b) に示すように、ウォーム 4 7 に補助ウォームホイール 4 9 をバックラッシを有することなく噛合わせることによって維持されている。さらにこの噛合い状態は、中立保持機構 1 2 0 A によっても維持されている。

従って、中立状態においては、ウォーム 4 7 の歯 1 3 1 に対して、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 の左右の歯 1 0 3, 1 0 3 は接触していない。このため、ウォーム 4 7 を回転し始めた時点で、歯 1 3 1, 1 0 3 間に摩擦トルクは発生しない。

#### 【0 0 9 3】

この中立状態において、ウォーム 4 7 が正回転したときには、右の圧縮ばね 1 2 3 A の弾発力に抗して、ウォーム 4 7 の歯 1 3 1 は補助ウォームホイール 4 9 における左の歯 1 1 3 の、右の歯面 1 1 3 b を矢印 R 1 方向 (図反時計回り方向) に押して、回転させる。この結果を図 1 6 (c) 及び (d) に示す。

#### 【0 0 9 4】

(c) はウォーム 4 7 の歯 1 3 1 がトルク伝達用ウォームホイール 4 8 の歯 1 0 3 に当たった状態における、ウォームギヤ機構 4 4 A の模式図である。(d) は (c) の d 矢視図である。

#### 【0 0 9 5】

補助ウォームホイール 4 9 がバックラッシ B a 分の角度だけ変位したときに、ウォーム 4 7 の歯 1 3 1 の左の歯面 1 3 1 a は、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 における左の歯 1 0 3 の、右の歯面 1 0 3 b に当たる。

この場合、右の圧縮ばね 1 2 3 A の弾発力に抗して、補助ウォームホイール 4 9 の歯 1 1 3 を押しながら、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 の歯 1 0 3 に緩やかに当たるので、歯 1 0 3, 1 3 1 同士の打音は小さくてすむ。

#### 【0 0 9 6】

この状態から、ウォーム 4 7 が逆回転したときには、右の圧縮ばね 1 2 3 A が復帰しつつ、ウォーム 4 7 の歯 1 3 1 は補助ウォームホイール 4 9 における右の歯 1 1 3 の、左の歯面 1 1 3 a を矢印 R 2 方向（図時計回り方向）に押して、回転させる。この結果、上記（a）及び（b）の中立状態に復帰する。

#### 【0 0 9 7】

一方、上記（a）及び（b）の中立状態から、ウォーム 4 7 が逆回転して、補助ウォームホイール 4 9 及びトルク伝達用ウォームホイール 4 8 を矢印 R 2 方向（図時計回り方向）に回転させるときも同様の作用であり、その説明を省略する。

#### 【0 0 9 8】

なお、圧縮ばね 1 2 3 A（弾発部材 1 2 3 A）の弾発力の大きさは、適宜設定すればよい。例えば、車両を高速又は中速で走行中に、電動パワーステアリング装置 1 0（図 1 参照）を操舵したときの、歯 1 0 3, 1 3 1 同士の打音を抑制できるように、圧縮ばね 1 2 3 の弾発力の大きさを設定することができる。車室内の居住性を高めるには、高速又は中速で走行中での打音を抑制することが好ましいからである。

#### 【0 0 9 9】

このように、ウォーム 4 7 とトルク伝達用ウォームホイール 4 8 との間の、歯 1 0 3, 1 3 1 同士の打音の発生をより抑制することができる。

しかも、上記図 8（a）に示す第 1 の実施の形態のウォームギヤ機構 4 4 と同様に、ウォーム 4 7 を軸方向から見たときに、ウォーム 4 7 に対するトルク伝達用ウォームホイール 4 8 の噛合わせ部分を中心として、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 の歯幅部分を左右対称形にすることができる。また、トルク伝達用ウォームホイール 4 8 の歯 1 0 3 に、従来のようにバックラッシュ抑制用部品を保持させるための保持溝を設けることなく、一体に形成することができる。従って、

トルク伝達用ウォームホイール 48 の歯 103 の加工精度を高めることができるとともに、ウォーム 47 に対するトルク伝達用ウォームホイール 48 の良好な噛合い状態を維持することができる。

#### 【0100】

さらに第 2 の実施の形態のウォームギヤ機構 44A は、ウォーム 47 に補助ウォームホイール 49 をバックラッシを有することなく噛合わせ、さらに、トルク伝達用ウォームホイール 48 に対して補助ウォームホイール 49 を相対的に回転したときに、補助ウォームホイール 49 を元に戻す方向に弾発する弾発部材 123A、123A を備えたものである。

#### 【0101】

このため、補助ウォームホイール 49 の歯 113 をウォーム 47 の歯 131 と歯 131 の間に隙間なく噛合わせた状態で、トルク伝達用ウォームホイール 48 に対して補助ウォームホイール 49 を、常に中立位置へ戻す方向に弾発することができる。

従って、弾発部材 123A の弾発力に抗して、先にウォーム 47 で補助ウォームホイール 49 を回しながら、遅れてウォーム 47 でトルク伝達用ウォームホイール 48 を回し始めることができる。この結果、ウォーム 47 の歯 131 をトルク伝達用ウォームホイール 48 の歯 103 に緩やかに当てることができる。このため、ウォームギヤ機構 44A の耐久性をより一層高めることができる。

#### 【0102】

さらには、中立状態及びウォーム 47 を回転し始めた時点において、ウォーム 47 とトルク伝達用ウォームホイール 48 と間に、摩擦トルクは発生しない。このため、ウォームギヤ機構 44A の耐久性、特に耐摩耗性をより高めることができる。また、このウォームギヤ機構 44A を上記図 1 に示す電動パワーステアリング装置 10 に採用した場合には、ステアリングハンドル 21 を戻し操作したときの操舵感覚（操舵フィーリング）を、より高めることができる。

#### 【0103】

次に、上記第 1・第 2 の実施の形態の作用をまとめて、上記図 1、図 7 及び図 10 に基づき説明する。

電動パワーステアリング装置 10 は、電動モータ 43 で発生した補助トルクをステアリング系 20 に伝達する動力伝達機構として、ウォームギヤ機構 44, 44A (図 7、図 10 参照) を採用したので、バックラッシを除去したウォームギヤ機構 44, 44A の耐久性を、より高めることができる。

#### 【0104】

さらには、ウォームギヤ機構 44, 44A のバックラッシを除去することによって、ステアリングハンドル 21 を操舵するときの歯同士の打音の発生を、より抑制することができ、この結果、車室内の騒音をより一層低減することができる。

#### 【0105】

しかも、ウォームギヤ機構 44, 44A のバックラッシを除去することによって、ウォーム 47 に対するトルク伝達用ウォームホイール 48 の良好な噛合い状態を維持することができる。このため、ステアリングハンドル 21 を戻し操作したときに、ウォームギヤ機構 44, 44A からステアリング系 20 に補助トルクが伝達される時間遅れの発生を抑制することができる。

さらには、バックラッシを除去したので、ウォーム 47 でトルク伝達用ウォームホイール 48 を回転させた場合に、歯同士が衝突することなく、緩やかに当たって噛合うので、ステアリングハンドル 21 の戻り作動を良好にすることができる。

このようなことから、電動パワーステアリング装置 10 の操舵感覚（操舵フィーリング）を、より高めることができる。

#### 【0106】

なお、上記第 2 の実施の形態のウォームギヤ機構 44A において、歯 113 が歯厚方向へ弾性変形可能な程度については、任意である。但し、この弾性変形可能な程度は、ウォーム 47 を回転させたときに、ウォーム 47 の歯 131 がトルク伝達用ウォームホイール 48 の歯 103 に当たるまで、ウォーム 47 で補助ウォームホイール 49 を回転させることができることを条件とする。また、歯 113 自体が歯厚方向へ弾性変形可能な材質であれば、歯 113 に変形逃げ部 114 を設けなくてもよい。

## 【0107】

## 【発明の効果】

本発明は上記構成により次の効果を発揮する。

請求項1は、補助ウォームホイールのピッチ円直径をトルク伝達用ウォームホイールのピッチ円直径よりも大きく設定したので、ウォームに、トルク伝達用ウォームホイールとは異なる噛合い位相で補助ウォームホイールを噛合わせる事ができる。このため、トルク伝達用ウォームホイールの歯幅を、十分な大きさに設定することができる。この結果、ウォームの歯に対するトルク伝達用ウォームホイールの歯の接触面積を十分に確保することができる。従って、バックラッシを除去したウォームギヤ機構の耐久性を、より高めることができる。

しかも、バックラッシを除去することができるので、ウォームとトルク伝達用ウォームホイールとの間の、歯同士の打音の発生をより抑制することができる。

## 【0108】

さらに請求項1によれば、ウォームを軸方向から見たときに、ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイールの噛合わせ部分を中心として、トルク伝達用ウォームホイールの歯幅部分を左右対称形にすることができる。また、トルク伝達用ウォームホイールの歯に、従来のようにバックラッシ抑制用部品を保持させるための保持溝を設けることなく、一体に形成することができる。従って、トルク伝達用ウォームホイールの歯の加工精度を高めることができるとともに、ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイールの良好な噛合い状態を維持することができる。

## 【0109】

請求項2は、補助ウォームホイールのピッチ円直径をトルク伝達用ウォームホイールのピッチ円直径よりも大きく設定したので、ウォームに、トルク伝達用ウォームホイールとは異なる噛合い位相で補助ウォームホイールを噛合わせる事ができる。このため、トルク伝達用ウォームホイールの歯幅を、十分な大きさに設定することができる。この結果、ウォームの歯に対するトルク伝達用ウォームホイールの歯の接触面積を十分に確保することができる。従って、バックラッシを除去したウォームギヤ機構の耐久性を、より高めることができる。



しかも、バックラッシを除去することができるので、ウォームとトルク伝達用ウォームホイールとの間の、歯同士の打音の発生をより抑制することができる。

#### 【0 1 1 0】

さらに請求項 2 によれば、ウォームを軸方向から見たときに、ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイールの噛合わせ部分を中心として、トルク伝達用ウォームホイールの歯幅部分を左右対称形にすることができる。また、トルク伝達用ウォームホイールの歯に、従来のようにバックラッシ抑制用部品を保持させるための保持溝を設けることなく、一体に形成することができる。従って、トルク伝達用ウォームホイールの歯の加工精度を高めることができるとともに、ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイールの良好な噛合い状態を維持することができる。

#### 【0 1 1 1】

さらに請求項 2 は、ウォームに補助ウォームホイールをバックラッシを有することなく噛合わせ、さらに、トルク伝達用ウォームホイールに対して補助ウォームホイールを相対的に回転したときに、補助ウォームホイールを元に戻す方向に弾発する弾発部材を備えたものである。

このため、補助ウォームホイールの歯をウォームの歯と歯の間に隙間なく噛合わせた状態で、トルク伝達用ウォームホイールに対して補助ウォームホイールを、常に中立位置へ戻す方向に弾発することができる。

従って、弾発部材の弾発力に抗して、先にウォームで補助ウォームホイールを回しながら、遅れてウォームでトルク伝達用ウォームホイールを回し始めることができる。この結果、ウォームの歯をトルク伝達用ウォームホイールの歯に緩やかに当てることができる。このため、ウォームギヤ機構の耐久性をより一層高めることができる。

#### 【0 1 1 2】

請求項 3 は、ウォームのねじ山（歯）のピッチが一定であるのに対して、ウォームに補助ウォームホイールを噛合わせたときのウォームのピッチ円直径を小さく設定したので、その分、ねじ山の進み角を大きくすることができる。進み角が大きくなれば、ウォームと補助ウォームホイールとの間の摩擦損失は低減する。

摩擦損失が小さいので、ウォームによって補助ウォームホイールを回す力は小さくてすむ。従って、ウォームギヤ機構をより円滑に作動させることができるとともに、ウォームギヤ機構の耐久性をより高めることができる。

#### 【0113】

請求項4は、電動パワーステアリング装置において、電動モータで発生した補助トルクをステアリング系に伝達する動力伝達機構として、ウォームギヤ機構を採用したので、バックラッシを除去したウォームギヤ機構の耐久性を、より高めることができる。

さらには、ウォームギヤ機構のバックラッシを除去することによって、ステアリングハンドルを操舵するときの歯同士の打音の発生を、より抑制することができる。この結果、車室内の騒音をより一層低減することができる。

#### 【0114】

さらに請求項4によれば、ウォームギヤ機構のバックラッシを除去することによって、ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイールの良好な噛合い状態を維持することができる。このため、ステアリングハンドルを戻し操作したときに、ウォームギヤ機構からステアリング系に補助トルクが伝達される時間遅れの発生を抑制することができる。

さらには、バックラッシを除去したので、ウォームでトルク伝達用ウォームホイールを回転させた場合に、歯同士が衝突することなく、緩やかに当たって噛合うので、ステアリングハンドルの戻り作動を良好にすることができる。

このようなことから、電動パワーステアリング装置の操舵感覚（操舵フィーリング）を、より高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明に係る電動パワーステアリング装置（第1の実施の形態）の模式図

##### 【図2】

本発明に係る電動パワーステアリング装置（第1の実施の形態）の全体構成図

##### 【図3】

図2の3-3線断面図

**【図 4】**

図 2 の 4 - 4 線断面図

**【図 5】**

本発明に係るウォームギヤ機構（第 1 の実施の形態）の分解図

**【図 6】**

本発明に係る中立保持機構（第 1 の実施の形態）の構成図

**【図 7】**

本発明に係るウォームギヤ機構（第 1 の実施の形態）の平面図

**【図 8】**

本発明に係るウォームギヤ機構（第 1 の実施の形態）の構成図

**【図 9】**

本発明に係るウォームギヤ機構（第 1 の実施の形態）の模式図

**【図 1 0】**

本発明に係るウォームギヤ機構（第 2 の実施の形態）の平面図

**【図 1 1】**

本発明に係る中立保持機構（第 2 の実施の形態）の構成図

**【図 1 2】**

本発明に係るウォームギヤ機構（第 2 の実施の形態）の要部平面図

**【図 1 3】**

本発明に係るウォームギヤ機構（第 2 の実施の形態）の要部平面図

**【図 1 4】**

本発明に係るウォームギヤ機構（第 2 の実施の形態）の構成図

**【図 1 5】**

本発明に係るウォームと補助ウォームホイールとの関係を示す原理図（第 2 の実施の形態）

**【図 1 6】**

本発明に係るウォームギヤ機構（第 2 の実施の形態）の作用図

**【図 1 7】**

従来ウォームギヤ機構の概要図（その 1）

## 【図 1 8】、

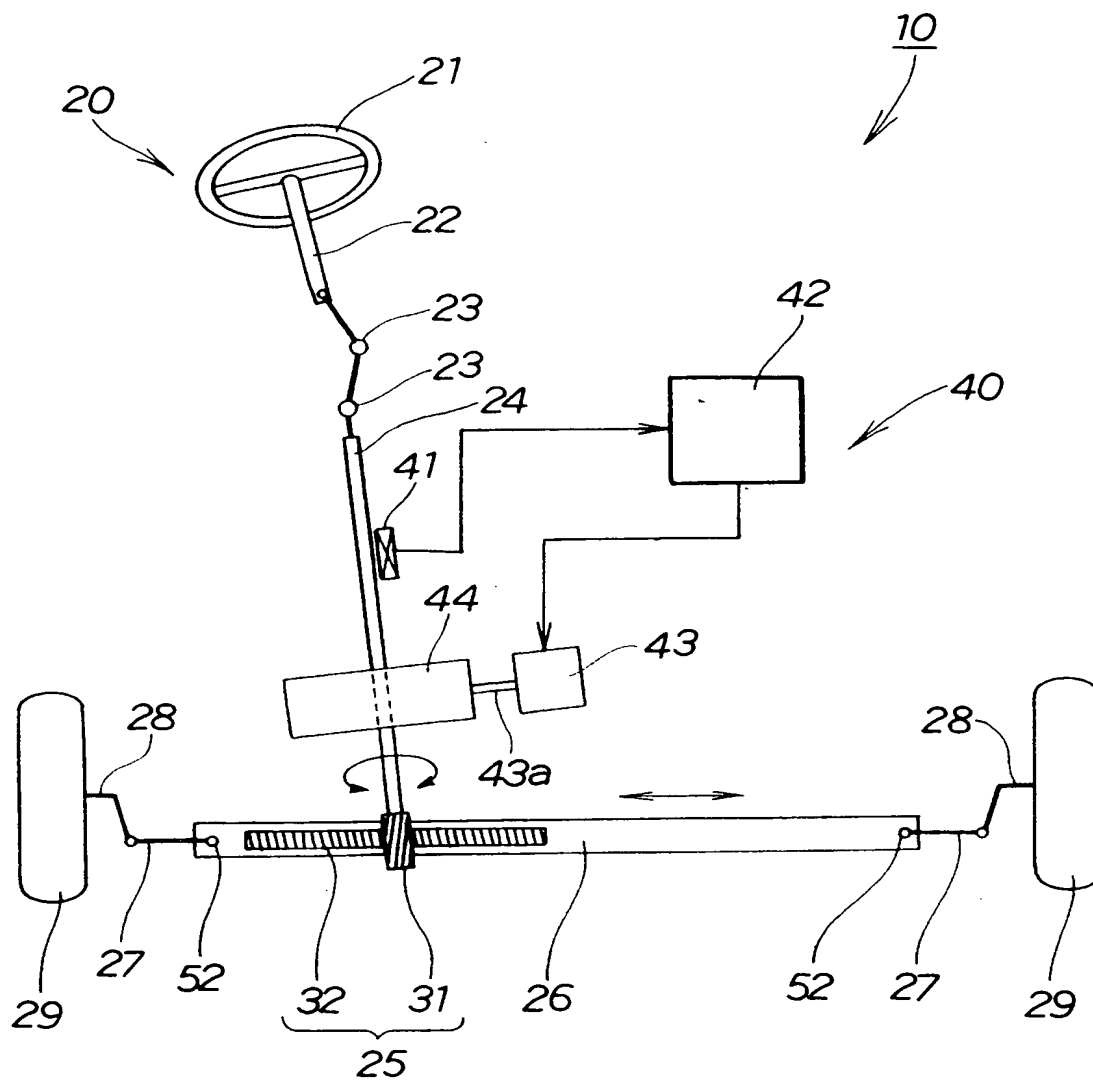
従来のウォームギヤ機構の概要図（その 2）

## 【符号の説明】

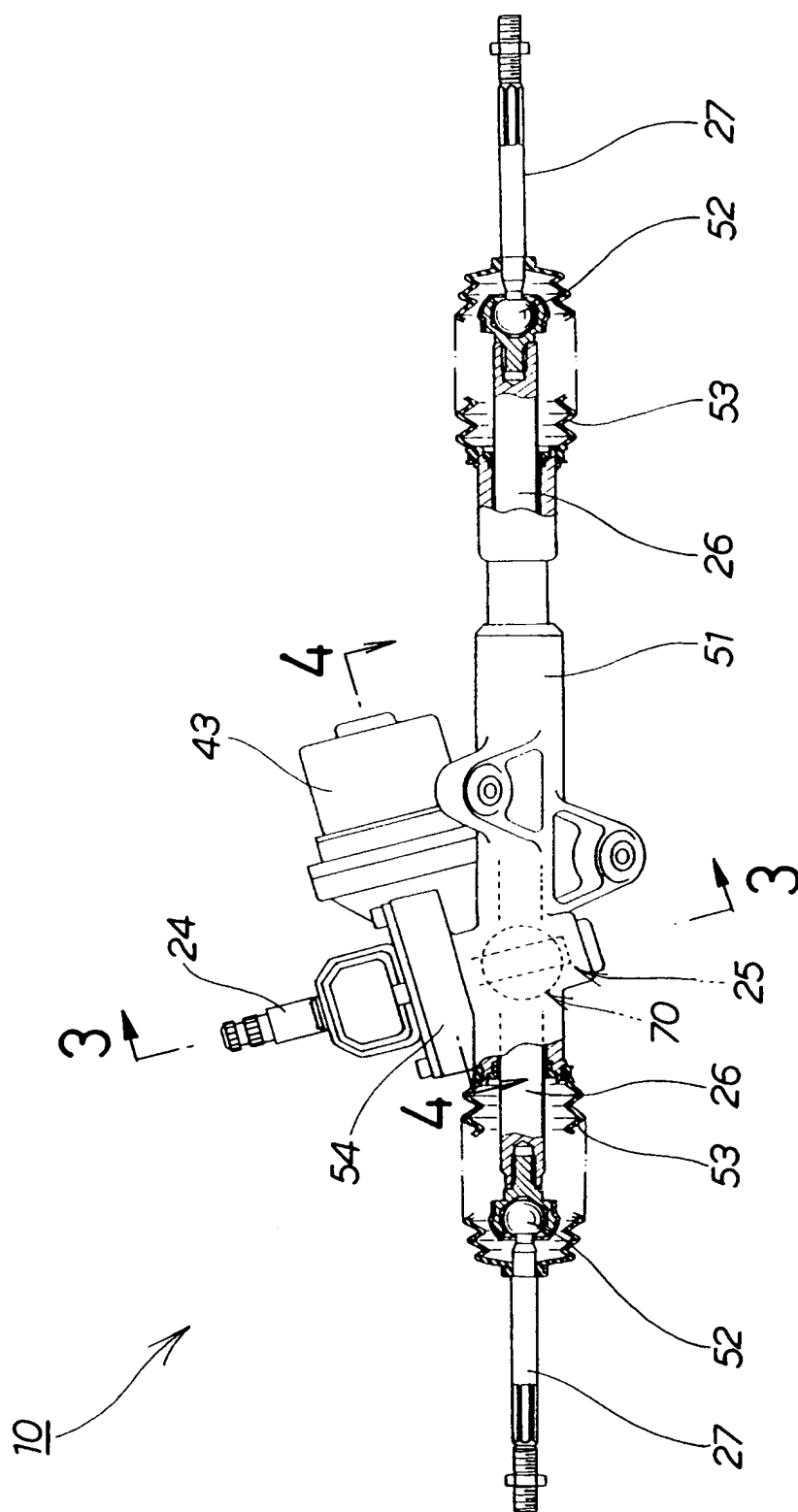
1 0…電動パワーステアリング装置、2 0…ステアリング系、2 1…ステアリングハンドル、2 9…操舵車輪、4 1…操舵トルクセンサ、4 3…電動モータ、4 4, 4 4 A…ウォームギヤ機構、4 7…ウォーム、4 8…トルク伝達用ウォームホイール、4 9…補助ウォームホイール、1 0 3…トルク伝達用ウォームホイールの歯、1 1 3…補助ウォームホイールの歯、1 2 3, 1 2 3 A…弾発部材（圧縮ばね）、1 3 1…ウォームの歯、1 3 1 a, 1 3 1 b…ウォームの歯の両面、C L…回転中心、D 1…トルク伝達用ウォームホイールのピッチ円直径、D 2…補助ウォームホイールのピッチ円直径、d 1…ウォームにトルク伝達用ウォームホイールを噛合させたときのウォームのピッチ円直径、d 2…ウォームに補助ウォームホイールを噛合させたときのウォームのピッチ円直径。

【書類名】 図面

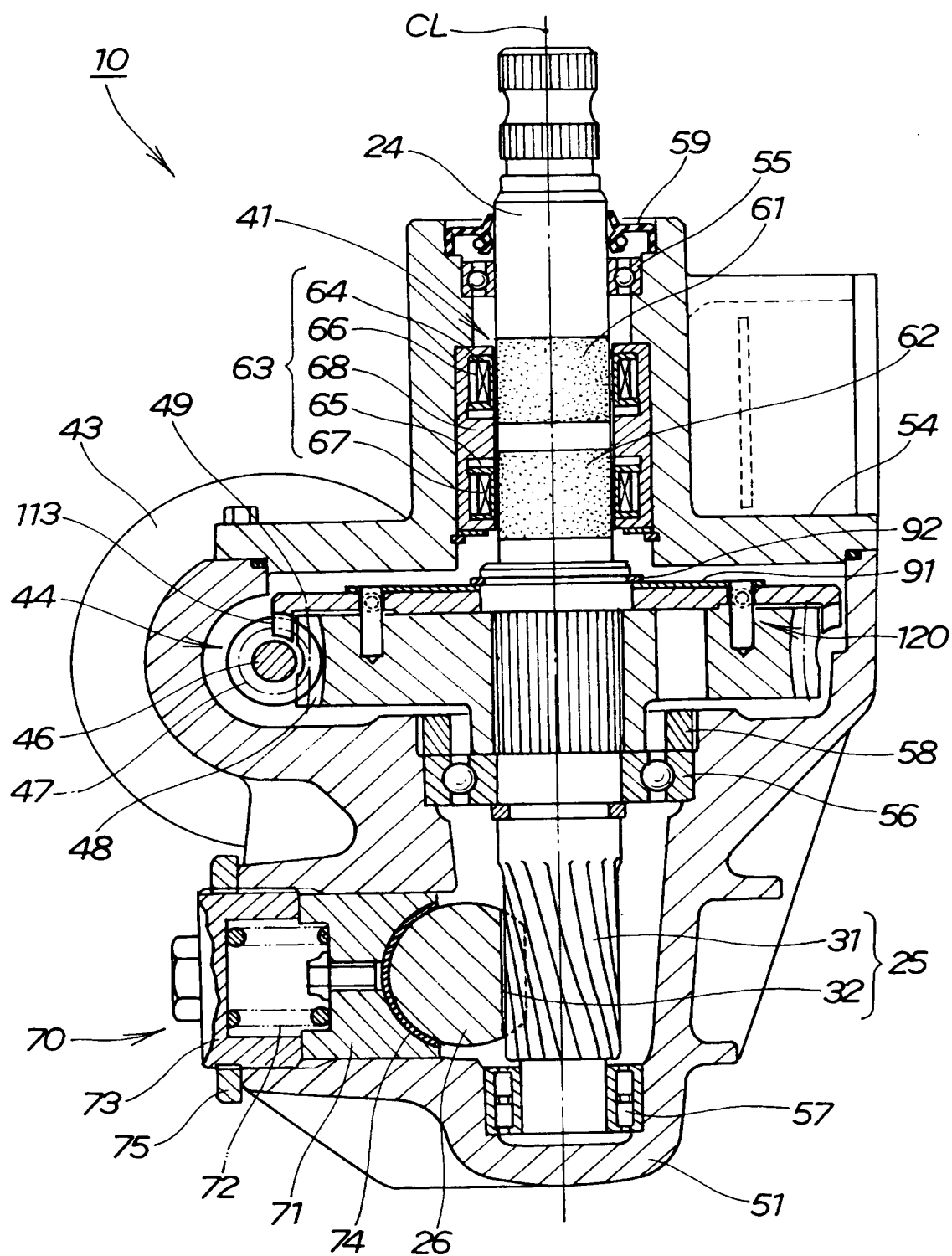
【図 1】



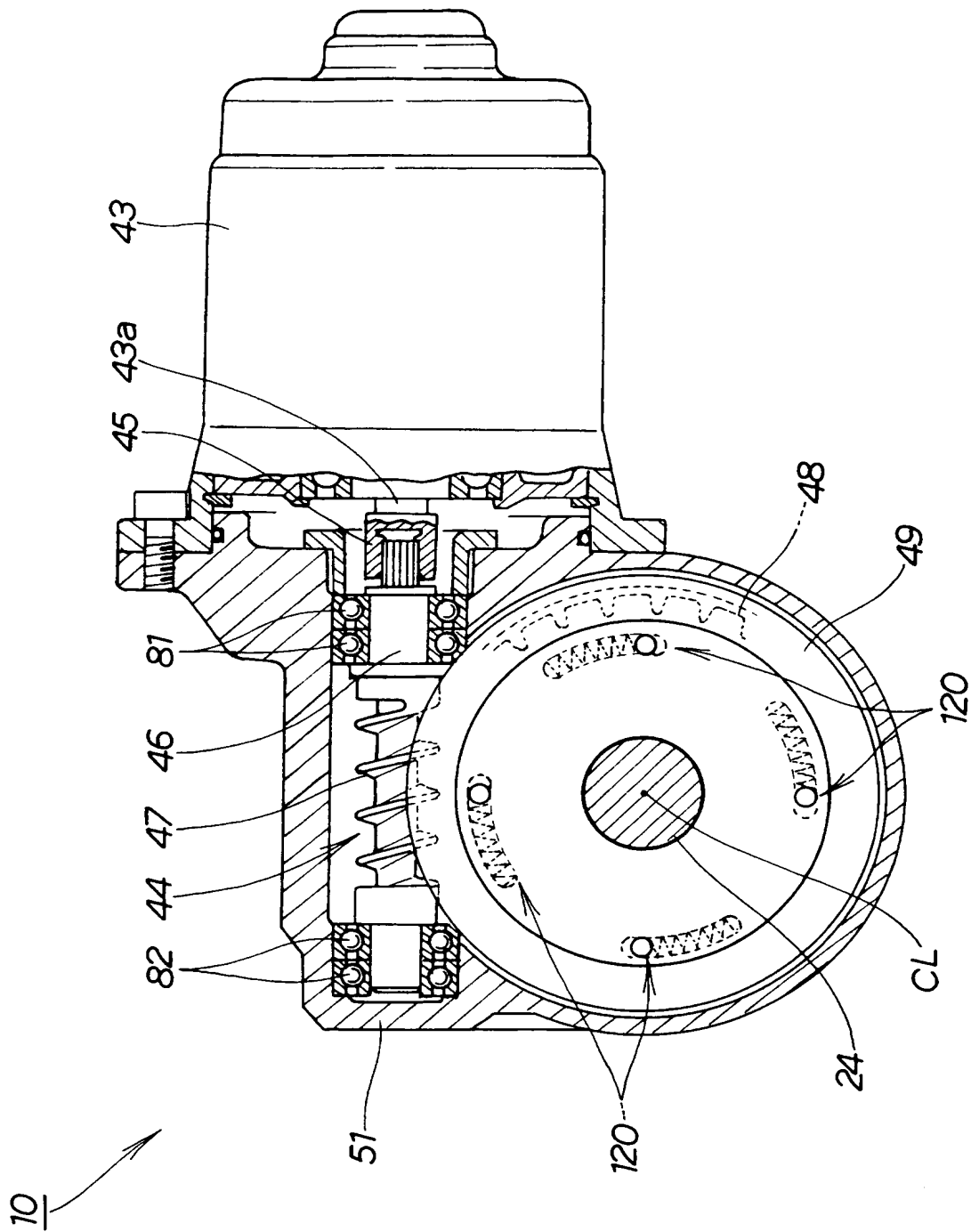
【図 2】



【図 3】

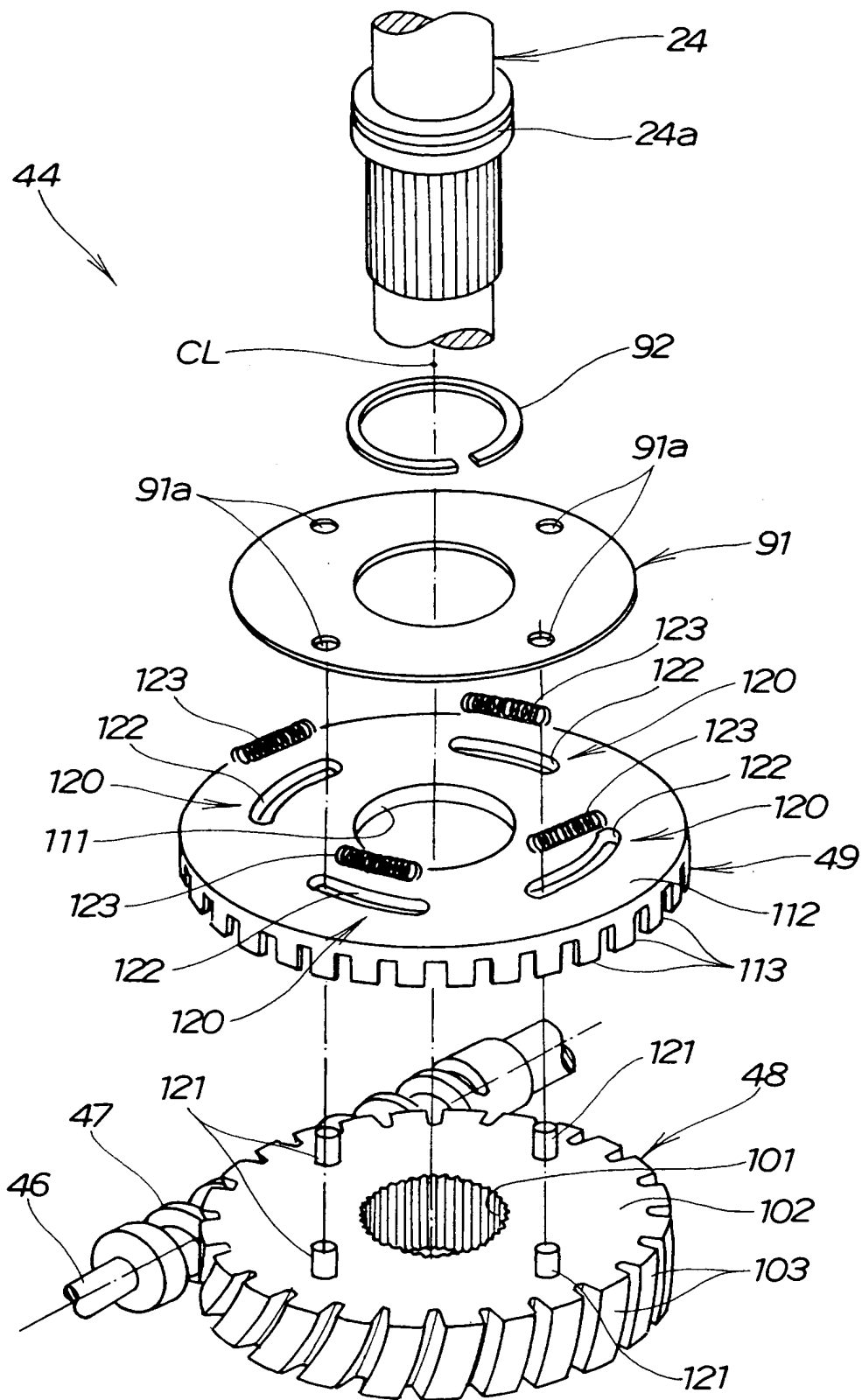


【図 4】

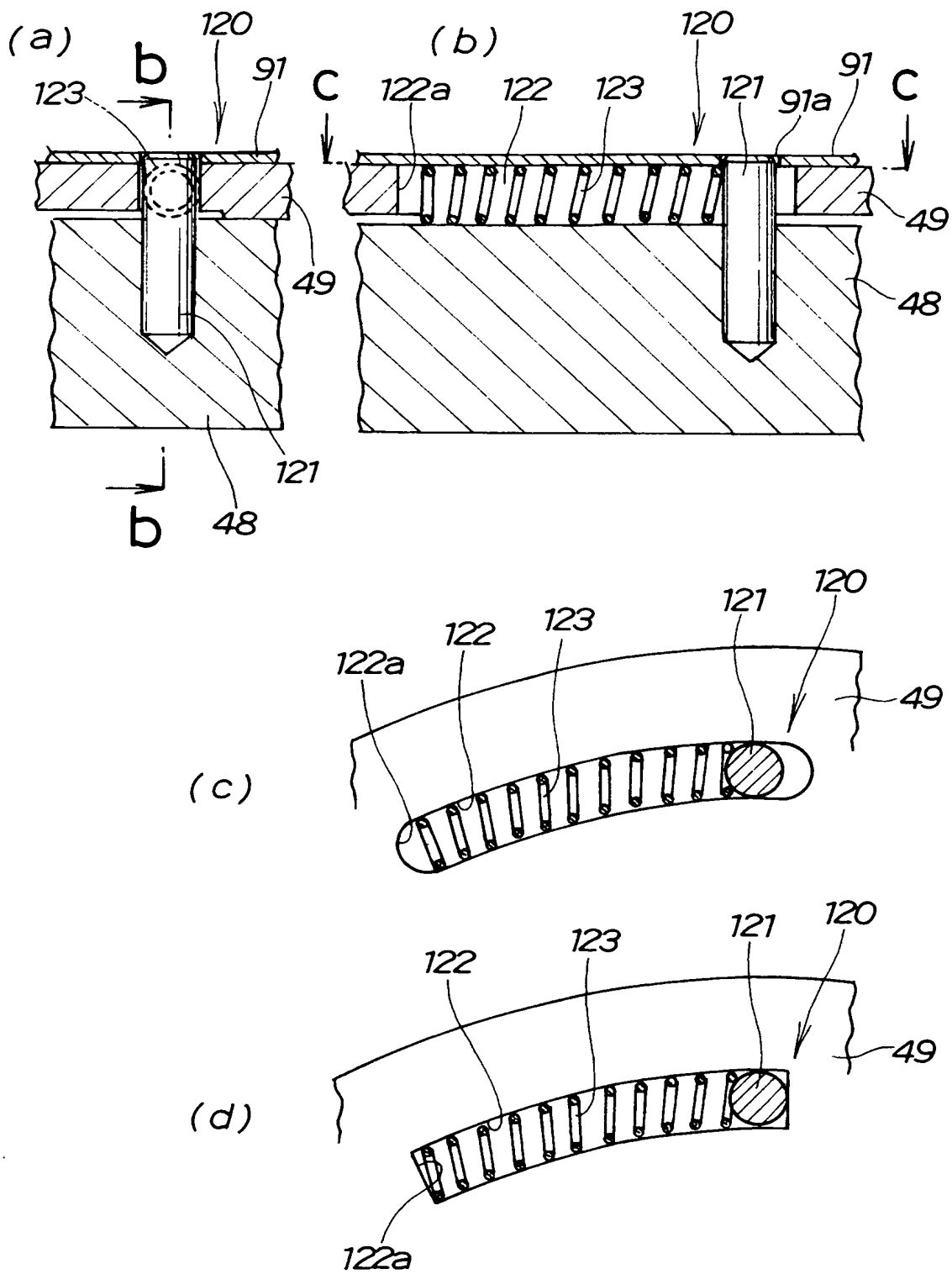




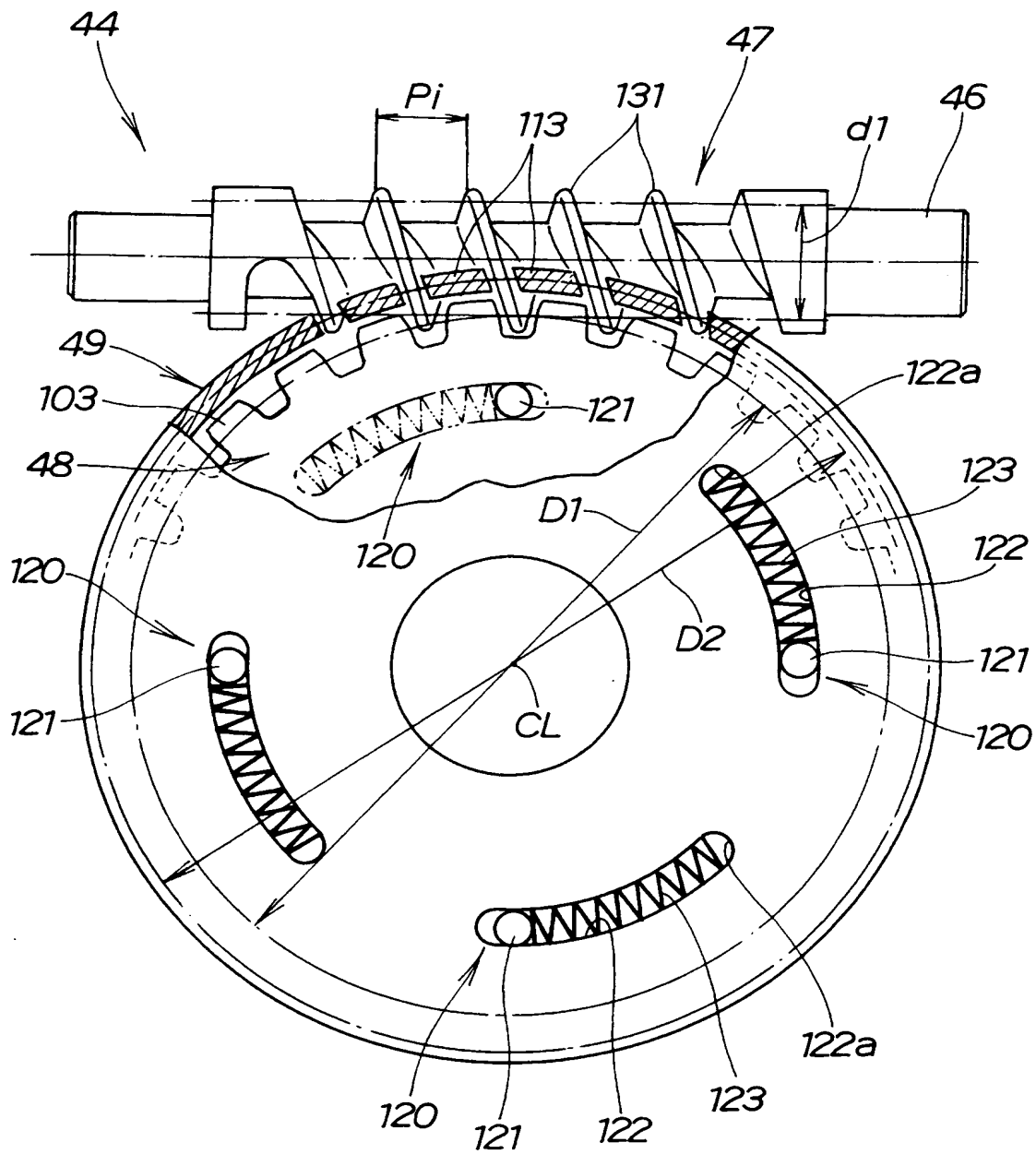
【図 5】



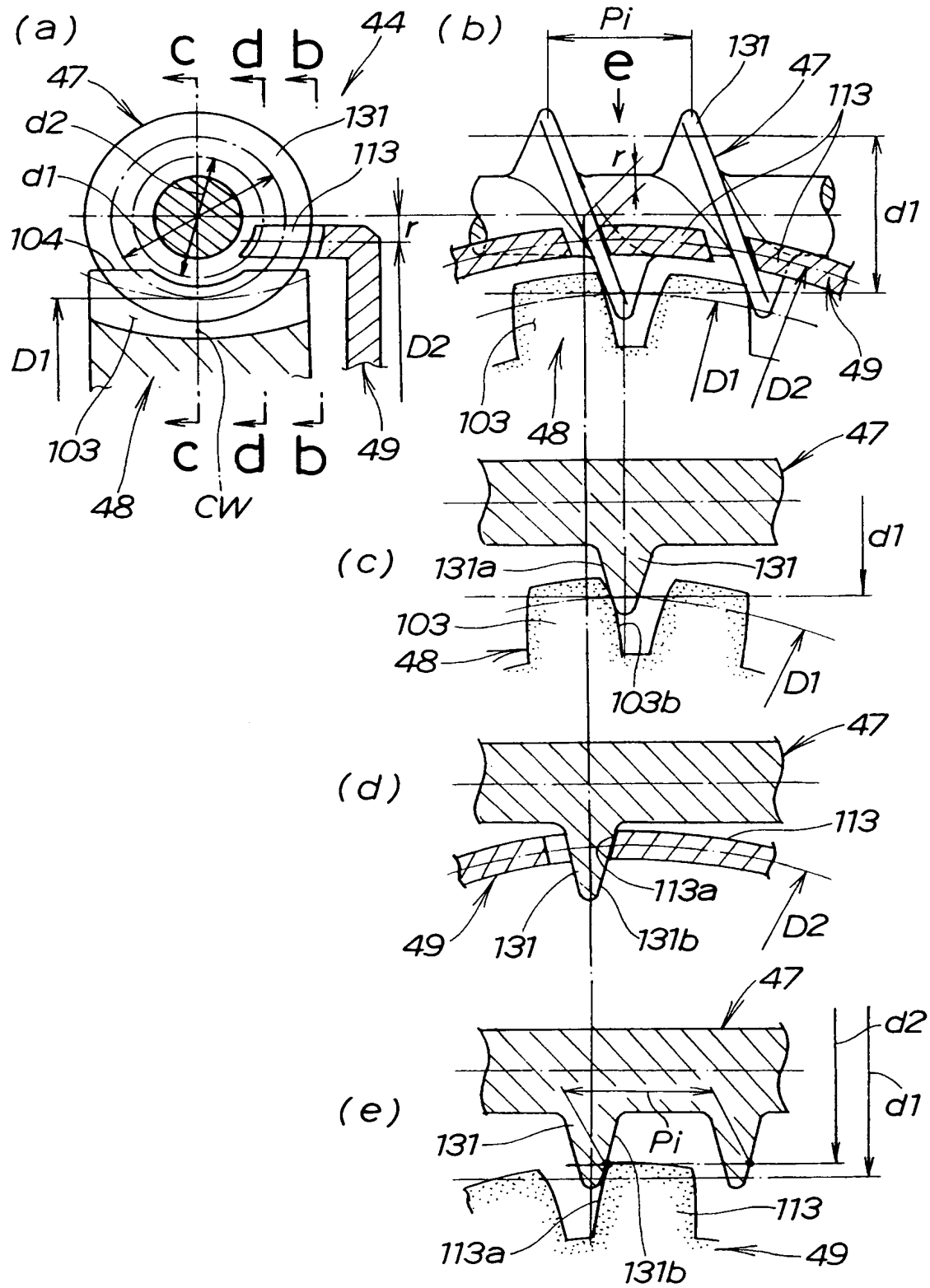
【図 6】



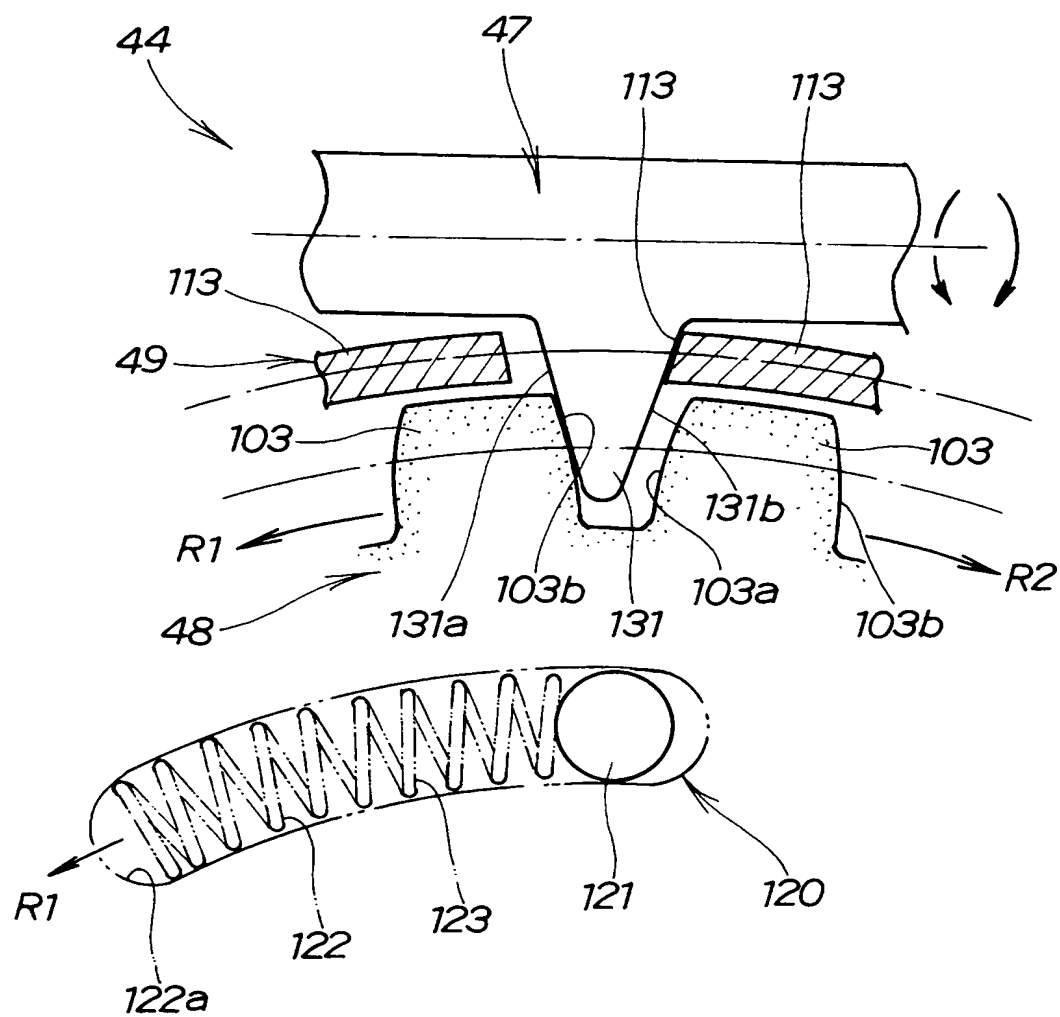
【図 7】



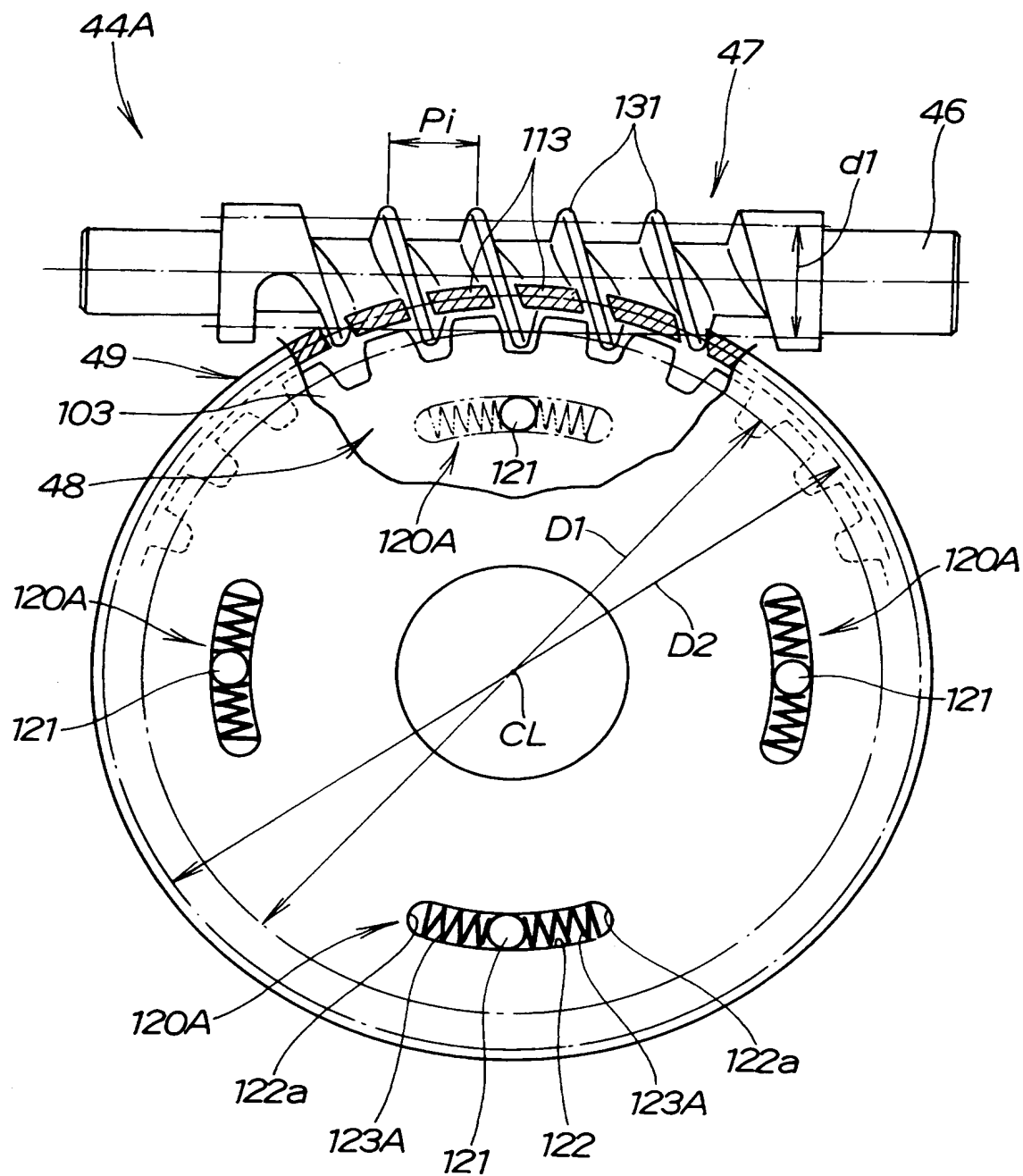
【图 8】



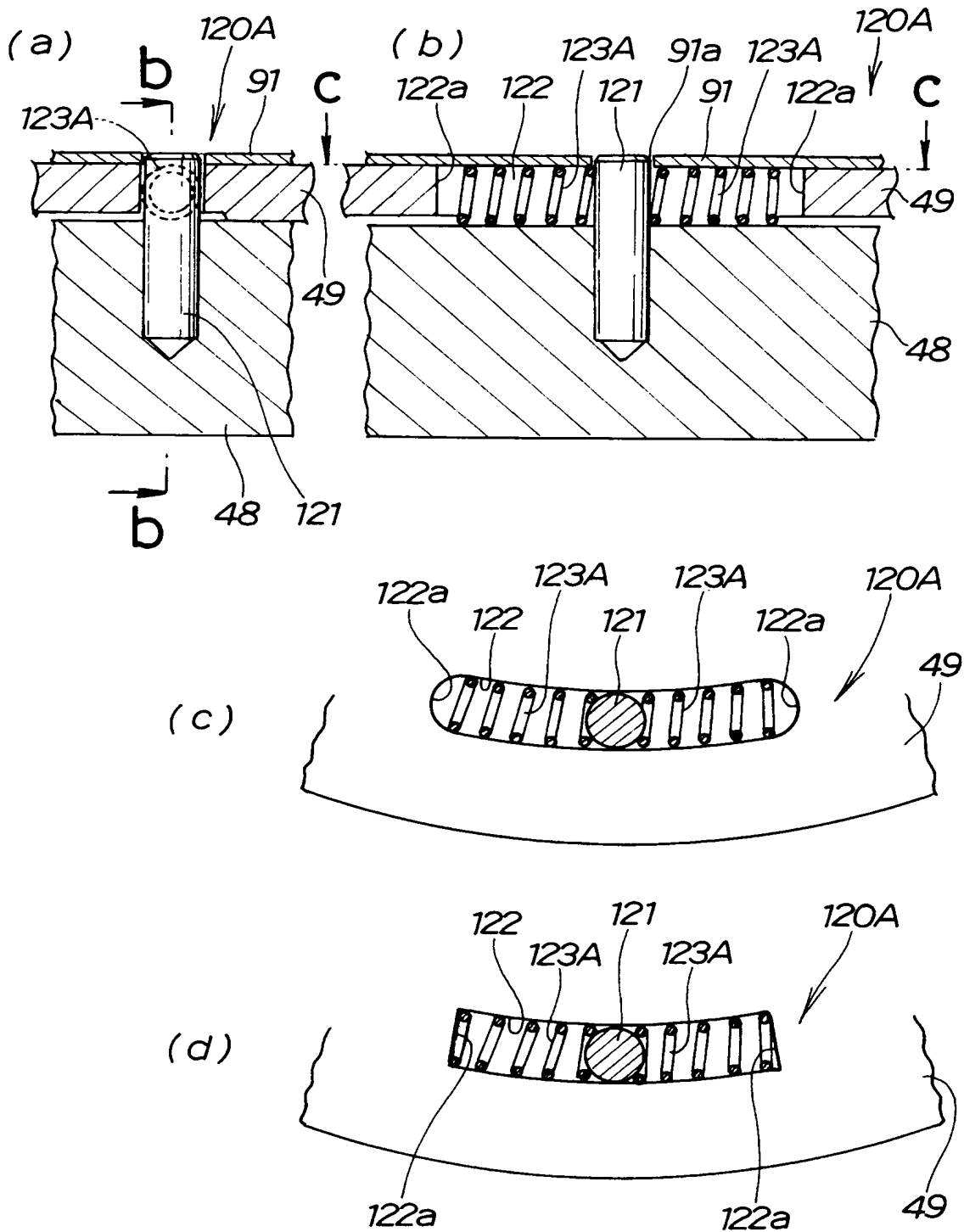
【図 9】



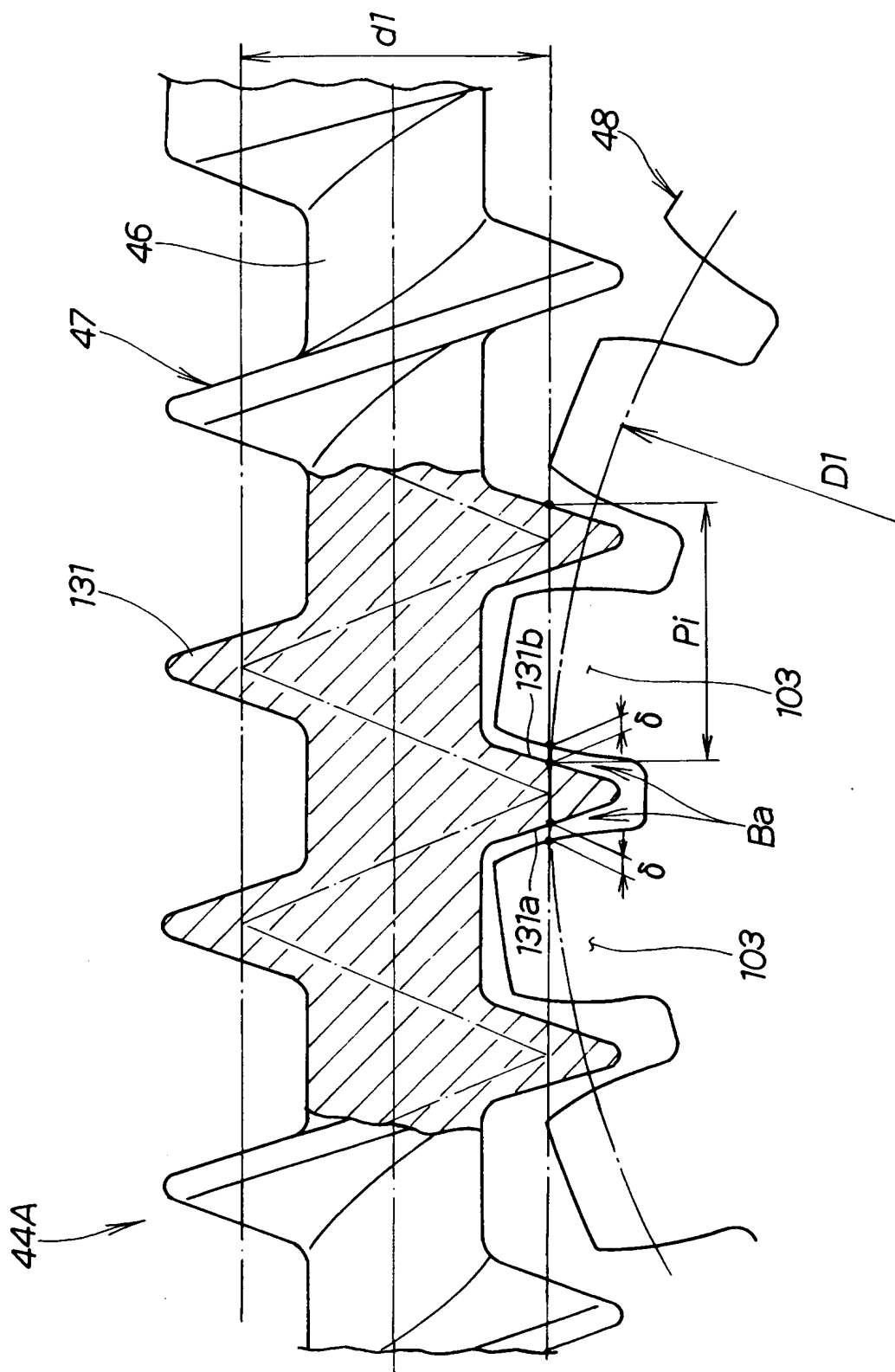
【図10】



【図 11】

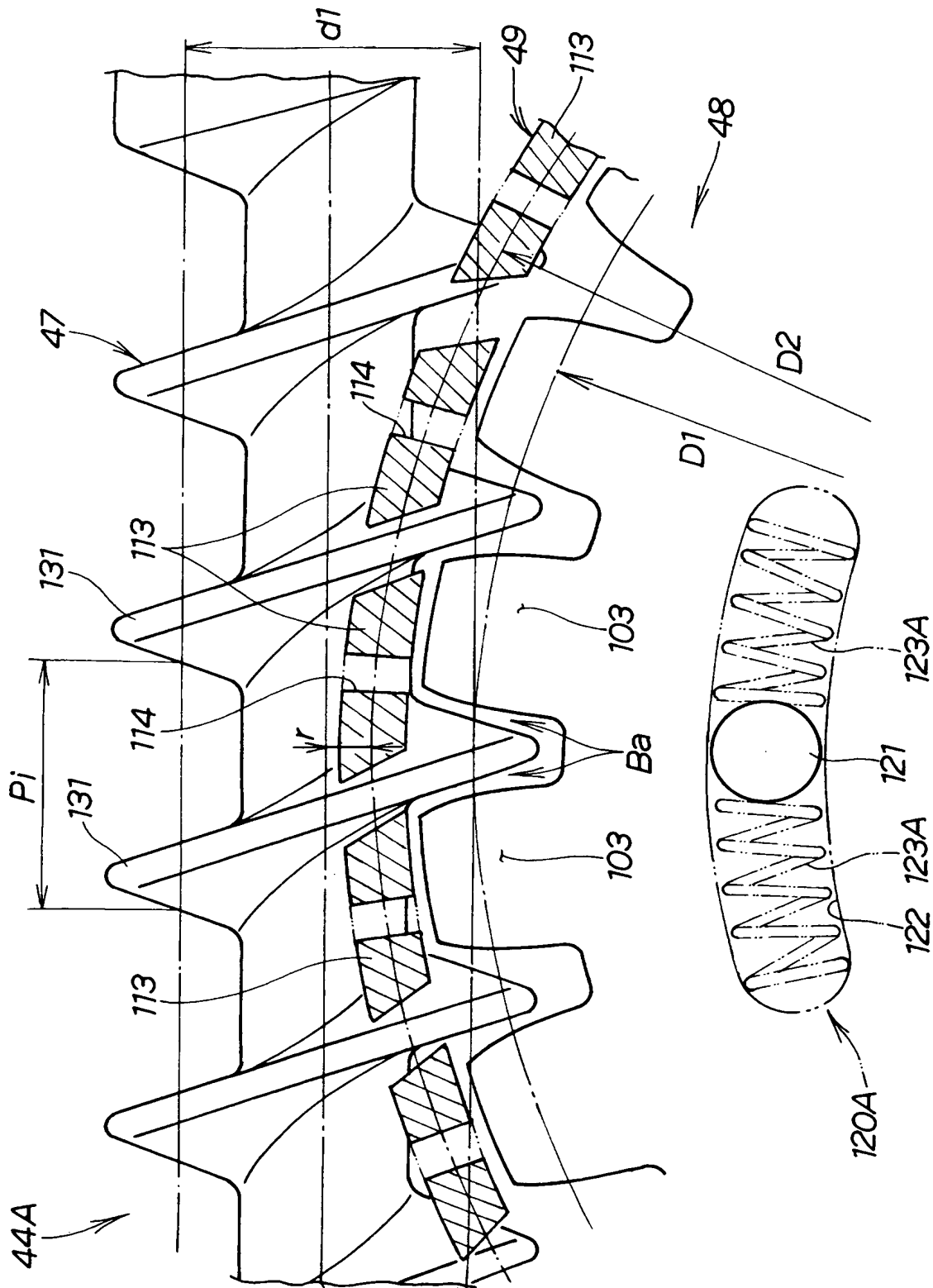


【図 12】

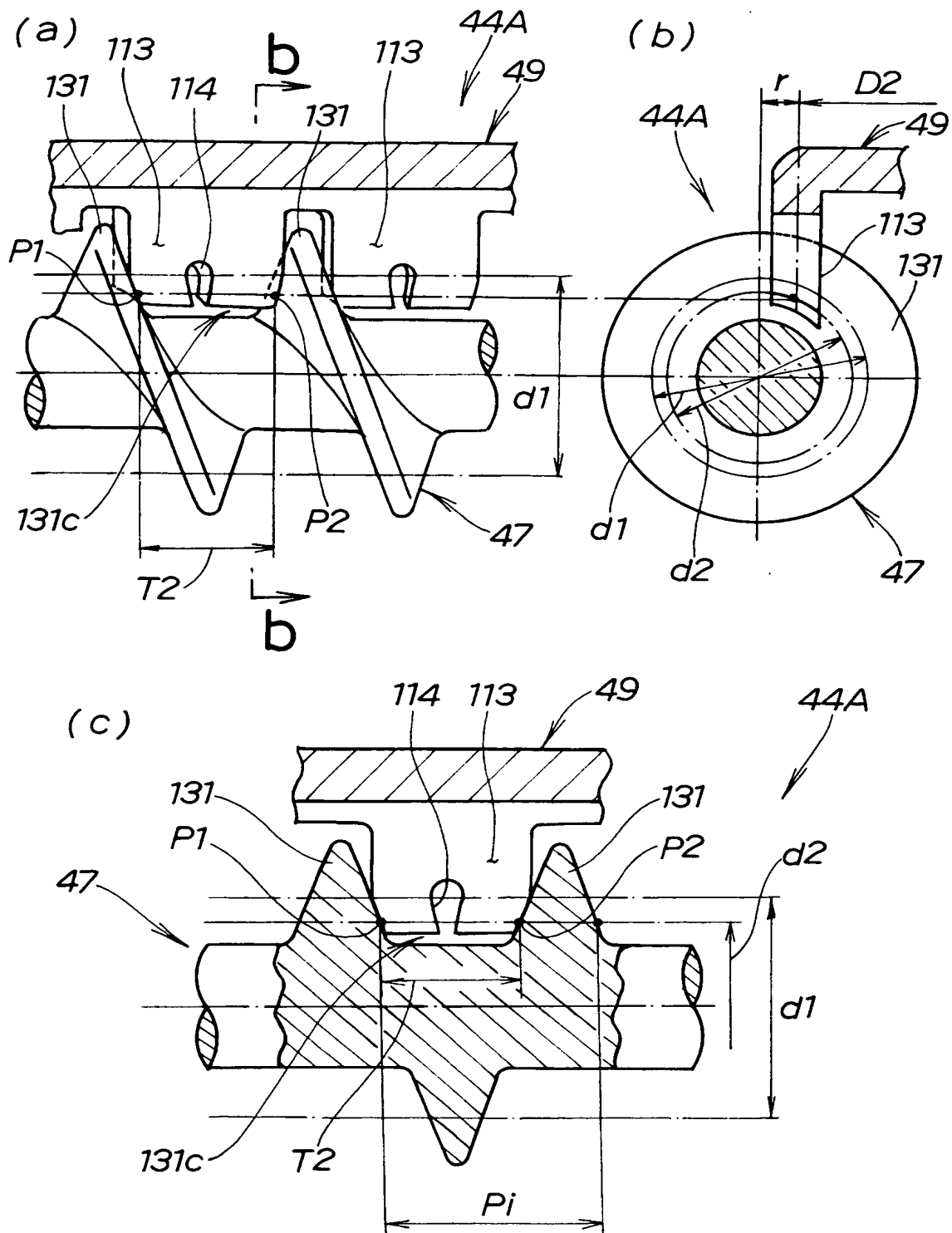




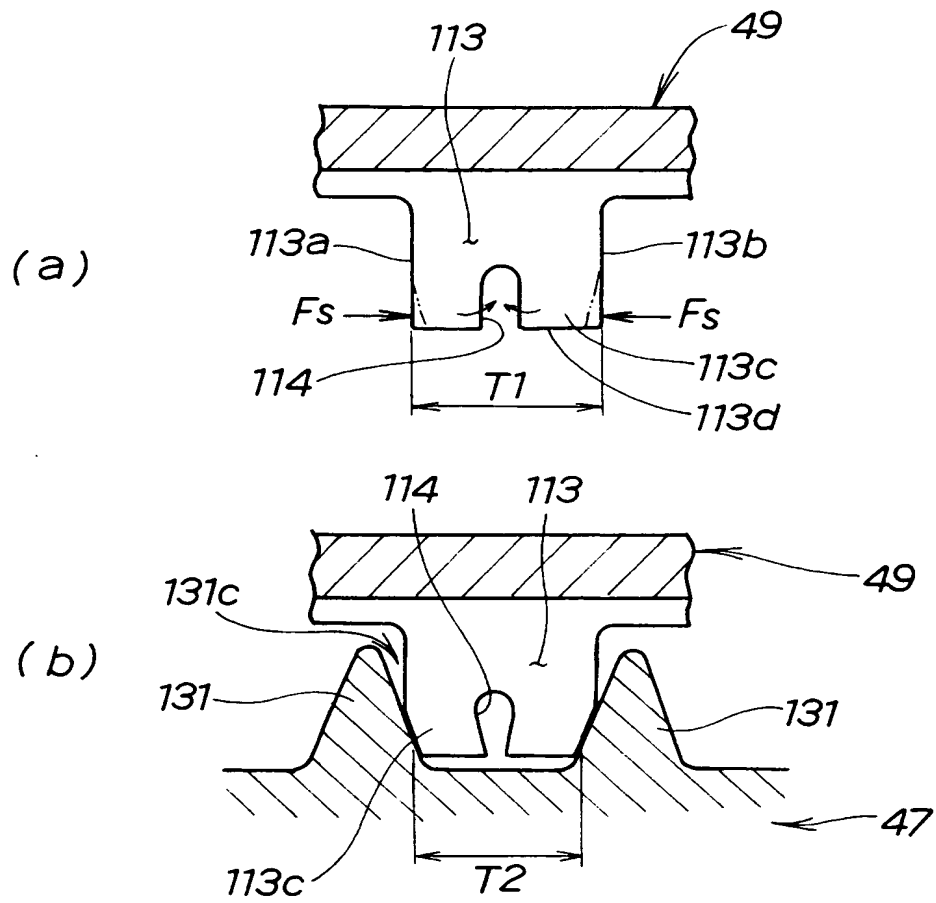
【図 13】



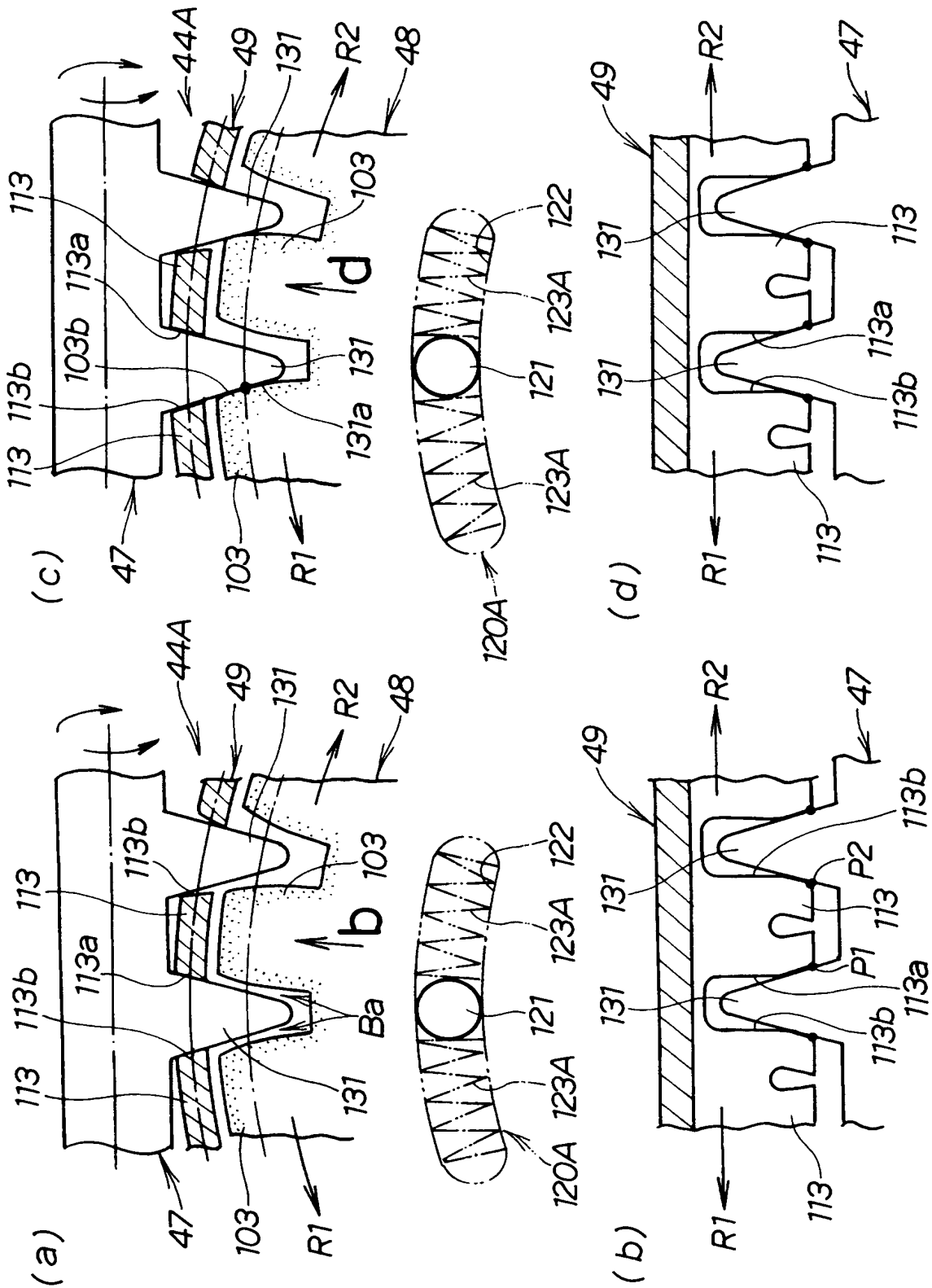
【図 14】



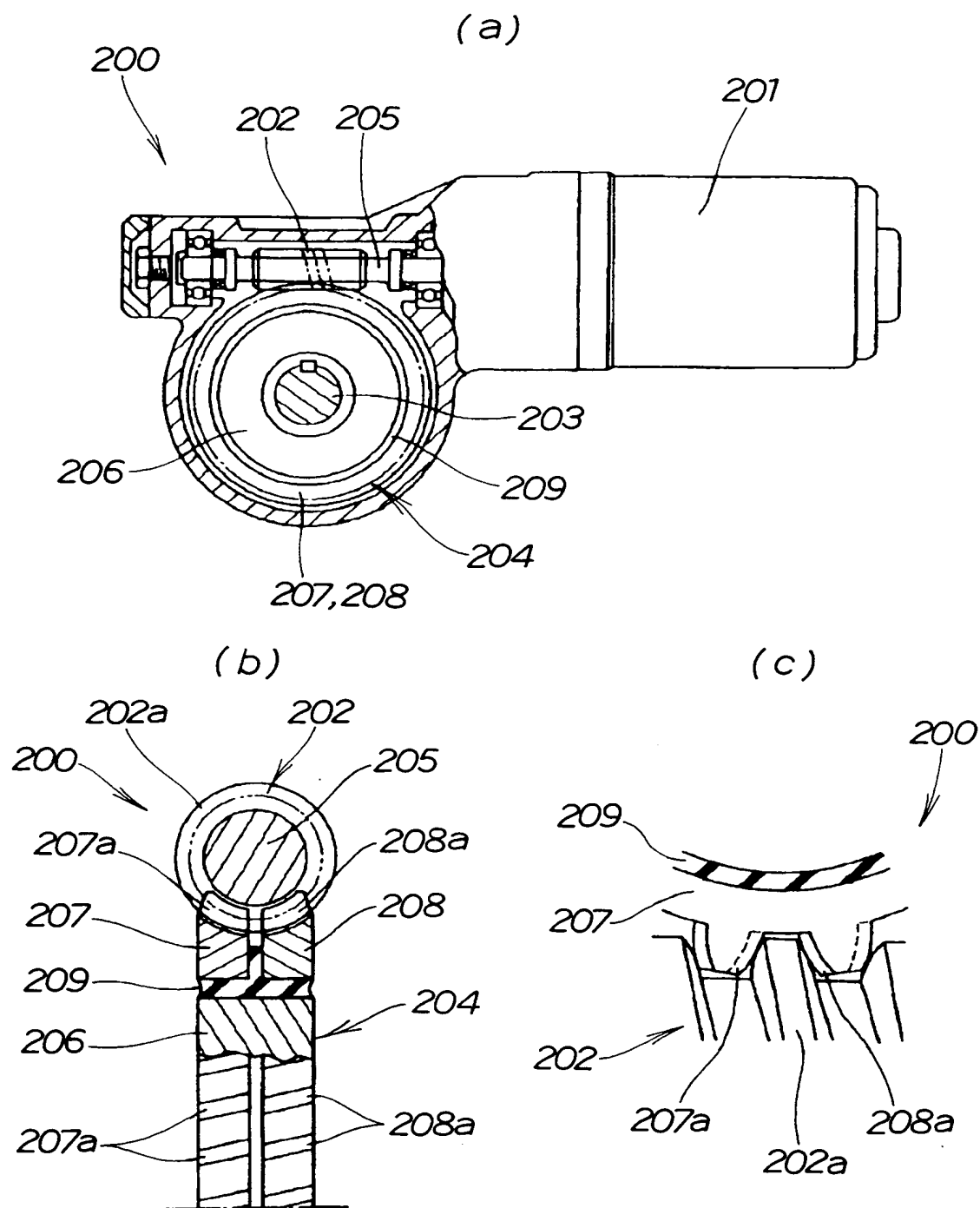
【図 15】



【図 16】

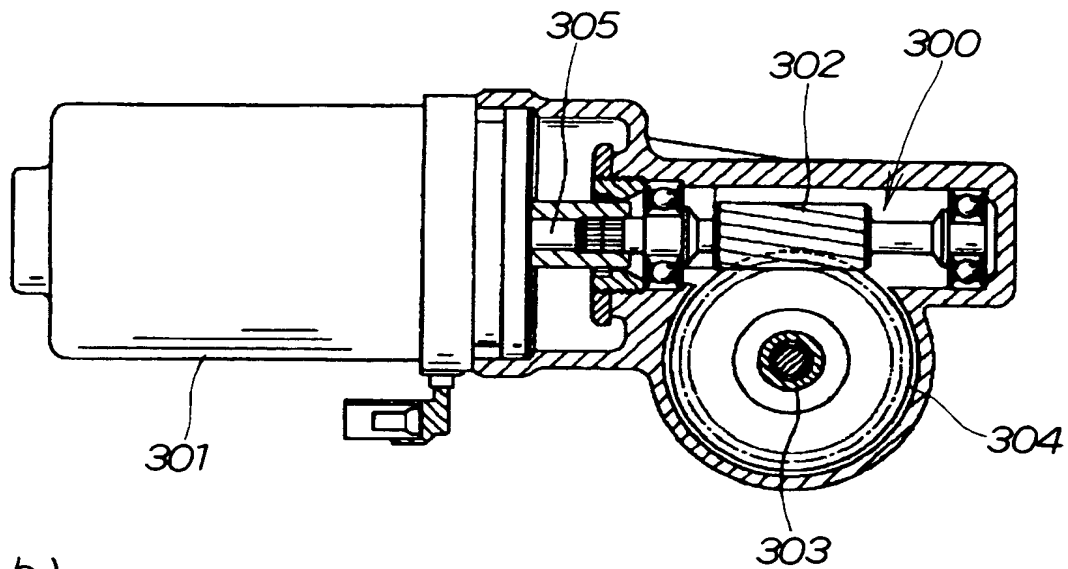


【図 17】

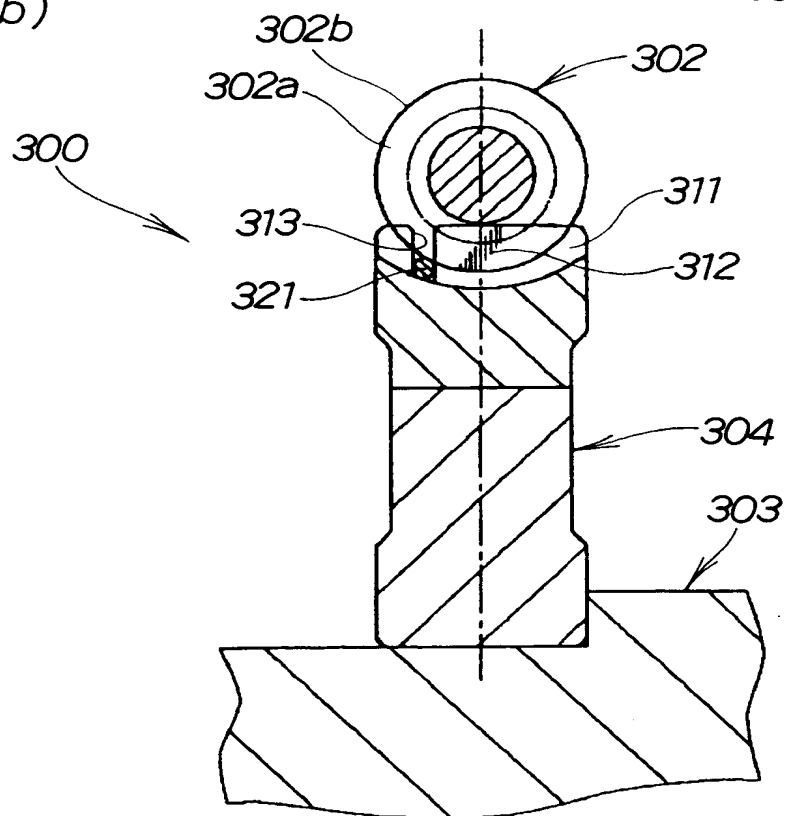


【図 18】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウォームとウォームホイールの歯同士の打音を抑制し、ウォームギヤ機構の耐久性を高め、ウォームとウォームホイールの噛合い状態を良好にする。

【解決手段】 ウォームギヤ機構 4 4 は、ウォーム 4 7 と、ウォームに噛合うトルク伝達用ウォームホイール 4 8 及び補助ウォームホイール 4 9 とからなる。補助ウォームホイールは、トルク伝達用ウォームホイールと同一回転中心 C L に相対回転可能に配置した。補助ウォームホイールのピッチ円直径 D 2 はトルク伝達用ウォームホイールのピッチ円直径 D 1 よりも大きい。ウォームに対するトルク伝達用ウォームホイール及び補助ウォームホイールの噛合い位置で、ウォームの歯の両面をトルク伝達用ウォームホイールの歯と補助ウォームホイールの歯とで挟み込んだ。この挟み込み状態を維持する方向に、トルク伝達用ウォームホイールに対して補助ウォームホイールを弾発部材 1 2 3 で弾発した。

【選択図】 図 7

特願 2 0 0 3 - 1 1 0 7 4 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 3 2 6 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 9 月 6 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
氏 名	本田技研工業株式会社